P1273

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

P1273

Annales des Mines

DE BELGIQUE

INSTITUT ROYAL des SCIENCES NATURELLES de BELGIQUE

Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

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

Renseignements statistiques - Statistische inlichtingen. — P.R. Goffart : Les explosifs de très haute sûreté à ions échangés. — J. Ponomarenko : Redressement du chevalement du puits d'entrée d'air au Charbonnage de Zwartberg, nécessité par les affaissements miniers. — G. Logelain et G. Cools : Contribution à la sécurité par l'étude des accidents - Door de studie van de ongevallen naar meer veiligheid. — Inichar : Revue de la littérature technique. — Bibliographie.

OCTOBRE 1965 Mensuel — N° 10 — Maandelijks **OCTOBER 1965**

AMORTISSEURS DE VIBRATIONS ET CHOCS

SYSTEME

LINATEX

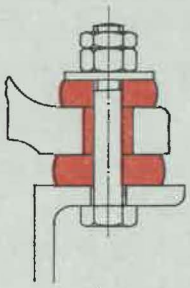
ETUDES ET REALISATIONS

pour l'équipement de toute machine,

sans limitation de force et de dimension :

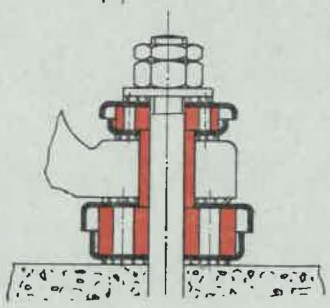
Crible, tamis vibrants - Marteaux-pilons, presses, cisailles - Compresseurs, pompes, ventilateurs - Concasseurs, broyeurs, mélangeurs - Machines-outils - Moteurs électriques, groupes électrogènes - Moteurs à explosion, machines à vapeur - Réacteurs et turbo-réacteurs - Ponts-roulants téléphériques -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

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



ELEMENTS A ELASTICITE REGLEE

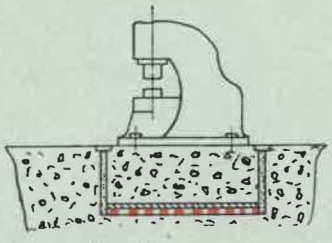
Ce montage simple procure une isolation totale. L'unité est formée d'une rondelle d'assise, une rondelle de fixation et un manchon enrobant le boulon. Recommandé pour ventilateurs, moteurs électriques et machines de même catégorie.



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

MATELAS AMORTISSEUR LINATEX

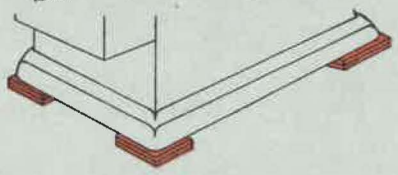
pour marteaux-pilons, presses, concasseurs et autres machines travaillant à chocs.



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

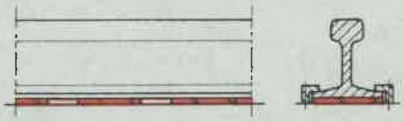
AMORTISSEURS ALVEOLAIRES EN PLAQUES

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



BLOCS AMORTISSEURS

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



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

FRANCE :
ANTI-ABRASION LINATEX S.A.L., 197bis, route Nationale - Onnaing - Nord - Tél. 87
Délégué à Paris : 63, rue des Rosiers - Rueil - Malmaison S. & O. - Tél. 967 15 25

INSTITUT ROYAL des SCIENCES NATURELLES de BELGIQUE

P 1273

Allo...

Deux combinés + un fil ... déjà une installation de sécurité Fernsig

Alors,

puisque vous ne pouvez vous passer du téléphone au jour, pourquoi ne pas en disposer aussi au fond ?

DEHEZ

74, avenue Hamoir
BRUXELLES 18

TABLE DES ANNONCES

Ateliers et Chantiers de la Manche. — Piles Gullick XI

Atlas Copco. — Foration coromant . . 4e couv.

Ballings (Ets. Anthony). — Appareils de sauvetage et de sécurité XV

Berry (Ets). — Ventilateurs, locomotives diesel VII

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

Courtoy (Bureau d'Etudes Industrielles F.) IX

Conreur-Ledent. — Matériel d'agglomération IV

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

Debergh Paul — « Molydal » . . . XIV

Dehez (Ets Léopold). — Machines pour mines I

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

Gaziers Belges (Association Royale des —) VI

Hauhinco. — Appareils d'inspection en veine V

Latch et Bachelor (Cie MECO-Paris). — Attaches pour câbles RELIANCE . . X

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

Locorail. — Locotracteurs diesels de mines XIII

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

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

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

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

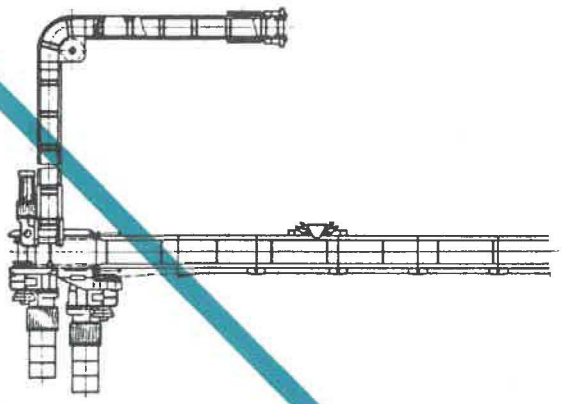
Trelleborg. — Spécialiste en caoutchouc . 3e couv.

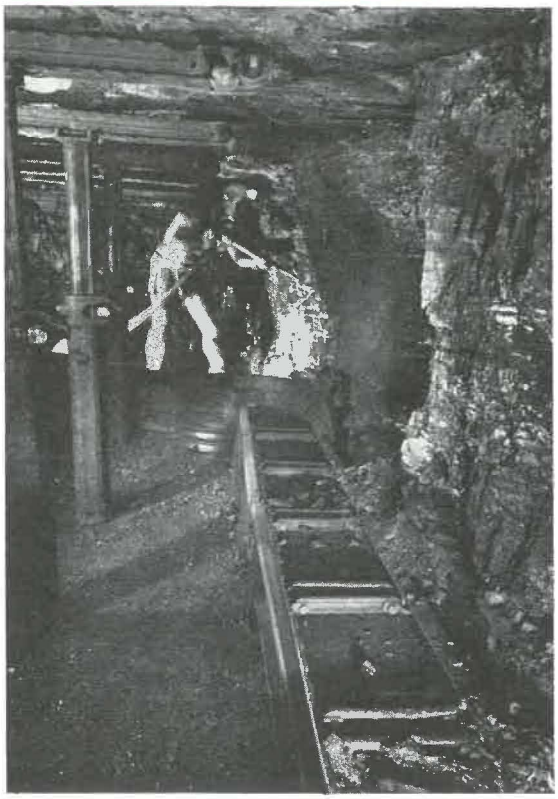
Wanheim (A. Lahou S.P.R.L. - Diest) . VIII

Westfalia-Lünen. — Convoyeur blindé curviligne III

Convoyeur blindé curviligne

type PF 00
système Heinrich Robert
breveté en Allemagne et à l'étranger





utilisé pour la mécanisation partielle des niches et comme convoyeur auxiliaire dans les voies de desserte et pour le creusement des voies

Sa caractéristique essentielle réside dans sa monochaîne combinée à un couloir d'angle qui permet à la ligne de couloirs de former un angle variable de 75° à 105°.

Particularités:

Guidage de la chaîne par des galets dans la courbure

Raclettes entraînées à une seule extrémité et couplées par paires

Tambour d'entraînement avec roue à empreinte unique

Station de renvoi extensible

Couloirs extra-plats

M 14/65

GEW

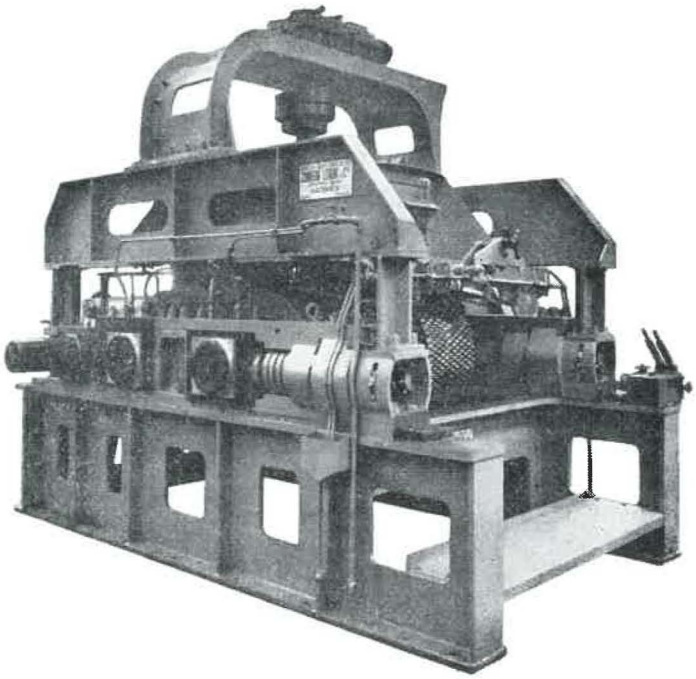
WESTFALIA LÜNEN

CBM

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

•

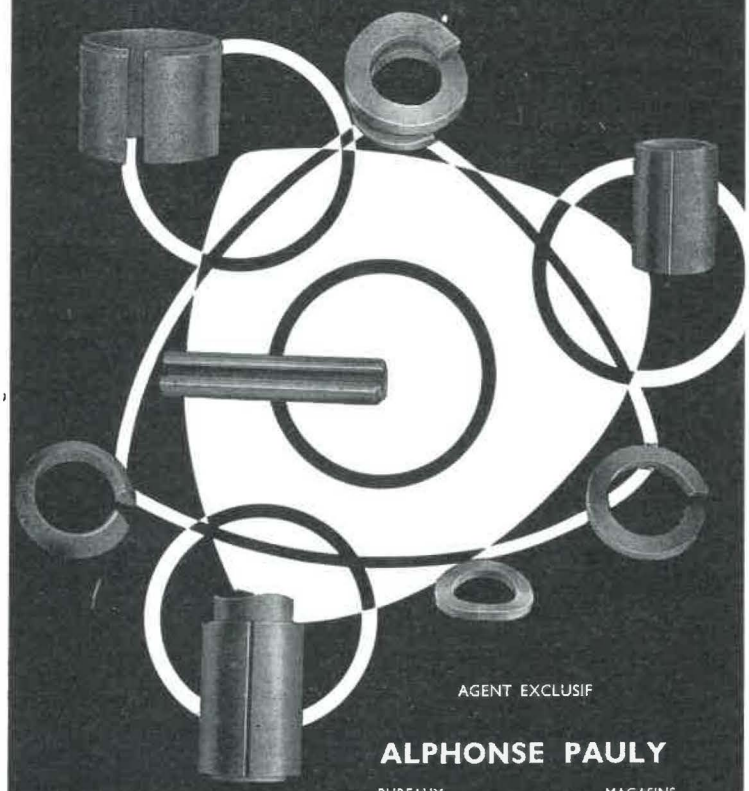
FRETTES MOULEUSES DE RECHANGE DE PRESSES A BOULETS POUR BOULETS ORDINAIRES OU POUR BOULETS RATIONNELS BREVETES S. G. D. G.

•

CRIBLES VIBREURS MECANIQUE GENERALE

MATERIEL DE MINES
TAILLAGE D'ENGRENAGES - LIMES

WILHELM HEDTMANN, HAGEN-KABEL
Allemagne



AGENT EXCLUSIF

ALPHONSE PAULY

BUREAUX
103 a, Av. Princesse Elisabeth
BRUXELLES 3 . Tél. 15.95.86
16.90.47

MAGASINS
34, Rue Nicolas Defrêcheux
Reg. Com. Brux. 16733

Forages jusqu' à 2.500 m

Puits pour le captage d'eau

Rabattement de la nappe aquifère

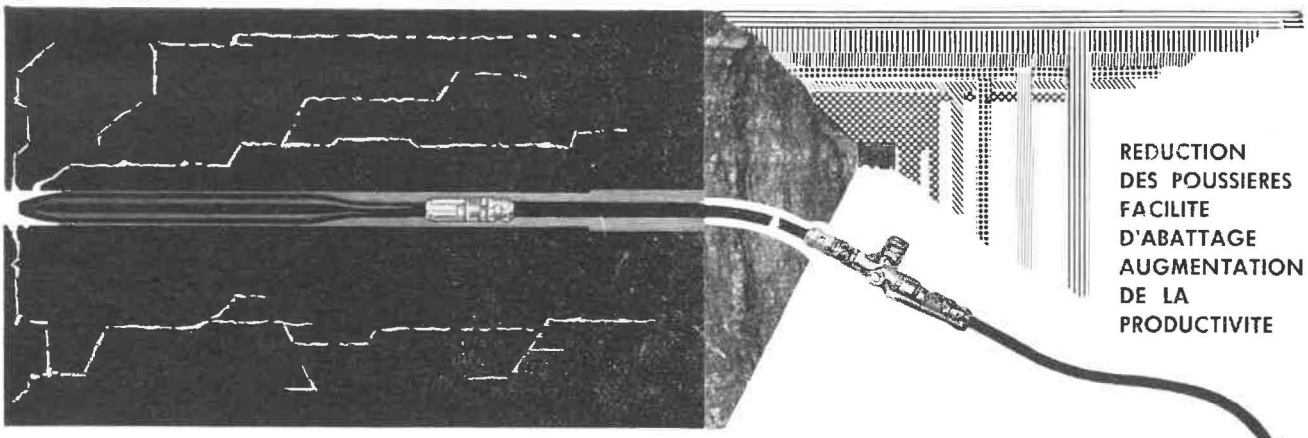
Boringen tot 2500 m

Waterputten

Droogzuigingen

N.V. SMET S.A.

DESSEL
TEL. 014-373.71 (5 L)



REDUCTION
DES POUSSIERES
FACILITE
D'ABATTAGE
AUGMENTATION
DE LA
PRODUCTIVITE

Hauhinco - Appareils d'injection en veine

Têtes d'injection

Têtes spéciales pour injection en profondeur

Raccords à haute pression

Débits, avantages et caractéristiques de nos pompes d'injection

Pression d'injection jusque 370 atm.

Débit par pompe jusque 55 litres/min.

Adaptation des pressions et du débit d'injection à la nature et à la conformation de la veine par simple remplacement des douilles et tiges de pistons dans les cylindres de la pompe

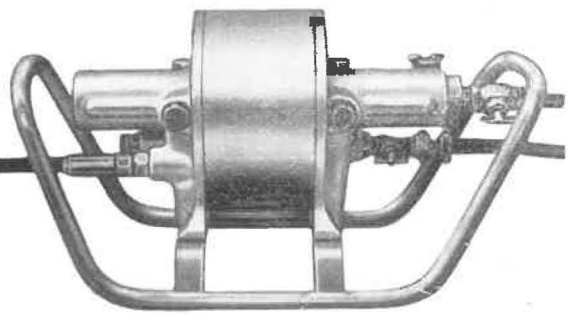
Démarrage assuré de la pompe installée à demeure en tête ou au pied de taille, par ouverture du robinet à bille monté sur la tête d'injection, **et ce même après un arrêt éventuel**

Construction légère
(corps de pompe en métal léger)

Pas de tuyauteries extérieures
(toutes les conduites sont à l'abri dans le carter)

Graissage automatique

Facilité d'entretien



Représenté en Belgique par :
ETABLISSEMENTS SUPPLEX, S. A.
66, avenue de la Chasse — Bruxelles IV

Hauhinco
MASCHINENFABRIK
G. Hausherr, Jochums & Co. K. G.
ESSEN

LE GAZ COMBUSTIBLE DE L'AVENIR !

Le GAZ est l'énergie thermique souple et avantageuse par excellence. Toujours prêt à entrer en action, il brûle sans laisser de traces de cendre, de rouille, ni de fumée. C'est un combustible sain et sans risques.

Le GAZ vous offre également une exploitation efficace et économique : installation peu coûteuse • haut rendement calorifique • tarif avantageux pour l'industrie et l'artisanat • absence de stockage.

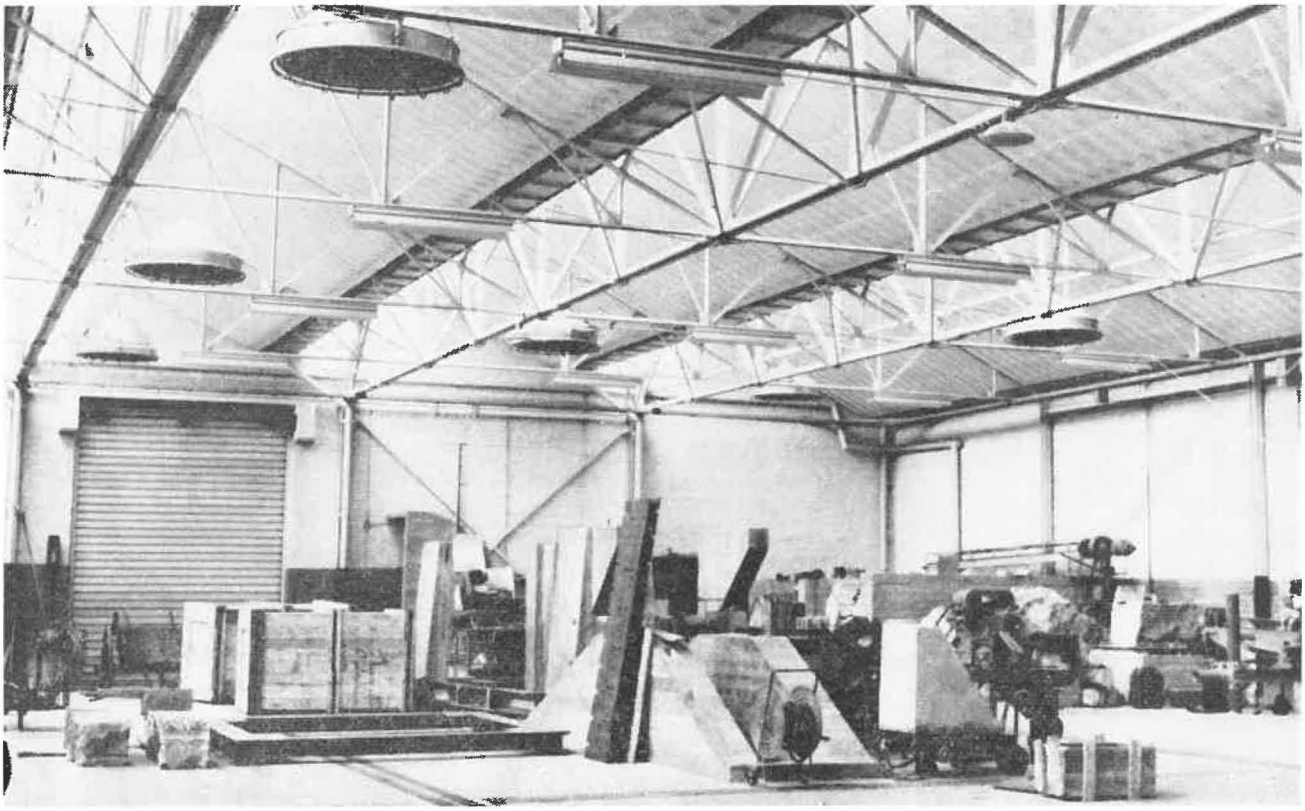
Dans votre intérêt immédiat, prenez contact avec la compagnie gazière de votre région, ses techniciens seront heureux de vous informer sur toutes les possibilités actuelles, sans aucun engagement de votre part.

Association Royale des Gaziers Belges a.s.b.l. 4, avenue Palmerston - Bruxelles 4.

...et le

GAZ NATUREL

est pour
très bientôt

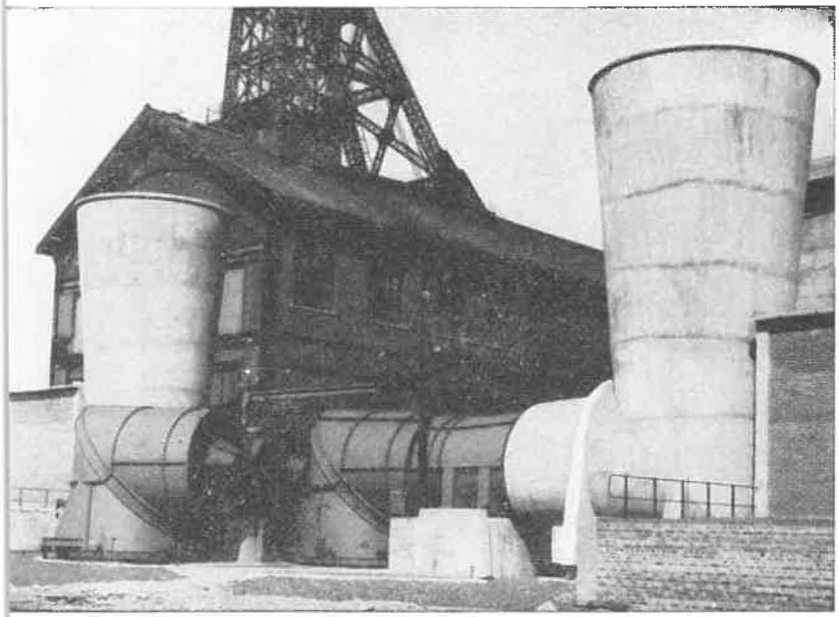


Objet : chauffage par rayonnement.
Caractéristiques de l'installation : chauffage par cônes rayonnants.

Etablissements BERRY

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

BRUXELLES I



VENTILATEURS

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

Locomotives DIESEL

de 15 à 200 ch

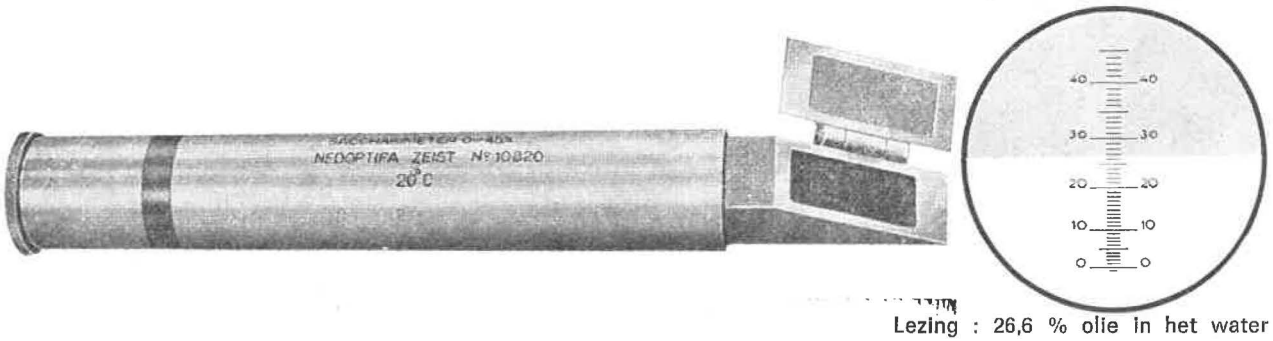
Epurateurs Pneumatiques

pour Minerais, Produits de la Pierre, et Charbons

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

Si pour votre matériel d'étançonnage hydraulique vous utilisez des **émulsions** (huile dans l'eau) ou des solutions, le réfractomètre de poche « Bleeker » vous permettra de mesurer en 1 minute la concentration de vos mélanges.

Lecture : 26,6 % d'huile dans l'eau



Lezing : 26,6 % olie in het water

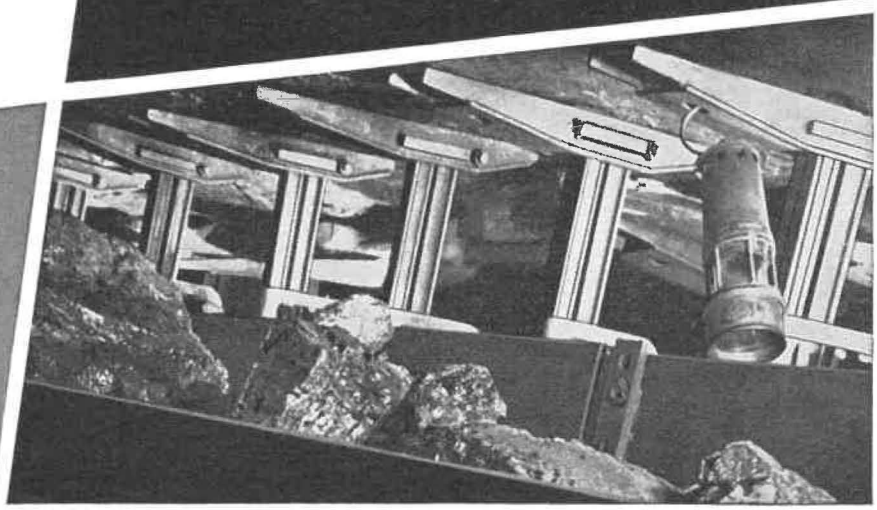
Zo U **emulsies** (olie in water) of waterige oplossingen gebruikt voor Uw hydraulisch stutmaterieel, zal de « Bleeker » zakrefractometer U toelaten op 1 minuut de concentratie van Uw mengsels te meten.

Questionnez-nous aussi sur nos lubrifiants pour câbles et matériel pneumatique.

Raadpleeg ons eveneens omtrent onze smeerprodukten voor kabels en pneumatisch materieel.

S.P.R.L. Lubrifiants — ELBÉ — P.V.B.A. Smeerstoffen

192, rue Van Soust straat
ANDERLECHT
TEL. (02) 21.00.15



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

CRIBLA S.A.

12, boulevard de Berlaimont, BRUXELLES 1

Tél. 18.47.00 (6 lignes)

MANUTENTION - PREPARATION

MINERAI - CHARBON
COKE - CIMENT - etc.

ENTREPRISES GENERALES

mines - carrières - industrie

ETUDES ET INSTALLATIONS INDUSTRIELLES COMPLETES

COMPAGNIE AUXILIAIRE DES MINES

Société Anonyme

26, rue Egide Van Ophem, BRUXELLES 18

Téléphones : 44.27.05 - 44.67.14

Reg. du Com. Bruxelles : 580

✖

ECLAIRAGE DE SURETE POUR MINES

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

EXPLOSIMETRES - GRISOUMETRES
FLASH ELECTRONIQUES

ECLAIRAGE PUBLIC ET INDUSTRIEL

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

INCANDESCENCE - FLUORESCENCE
VAPEUR DE MERCURE - SODIUM

BUREAU D'ETUDES INDUSTRIELLES
FERNAND COURTOY

S. A.

43, RUE DES COLONIES - BRUXELLES 1

Tél. : 12.16.38 - 12.30.85 (10 lignes)

INGENIEUR-CONSEIL INDEPENDANT

PRES DE 50 ANNEES D'EXPERIENCE

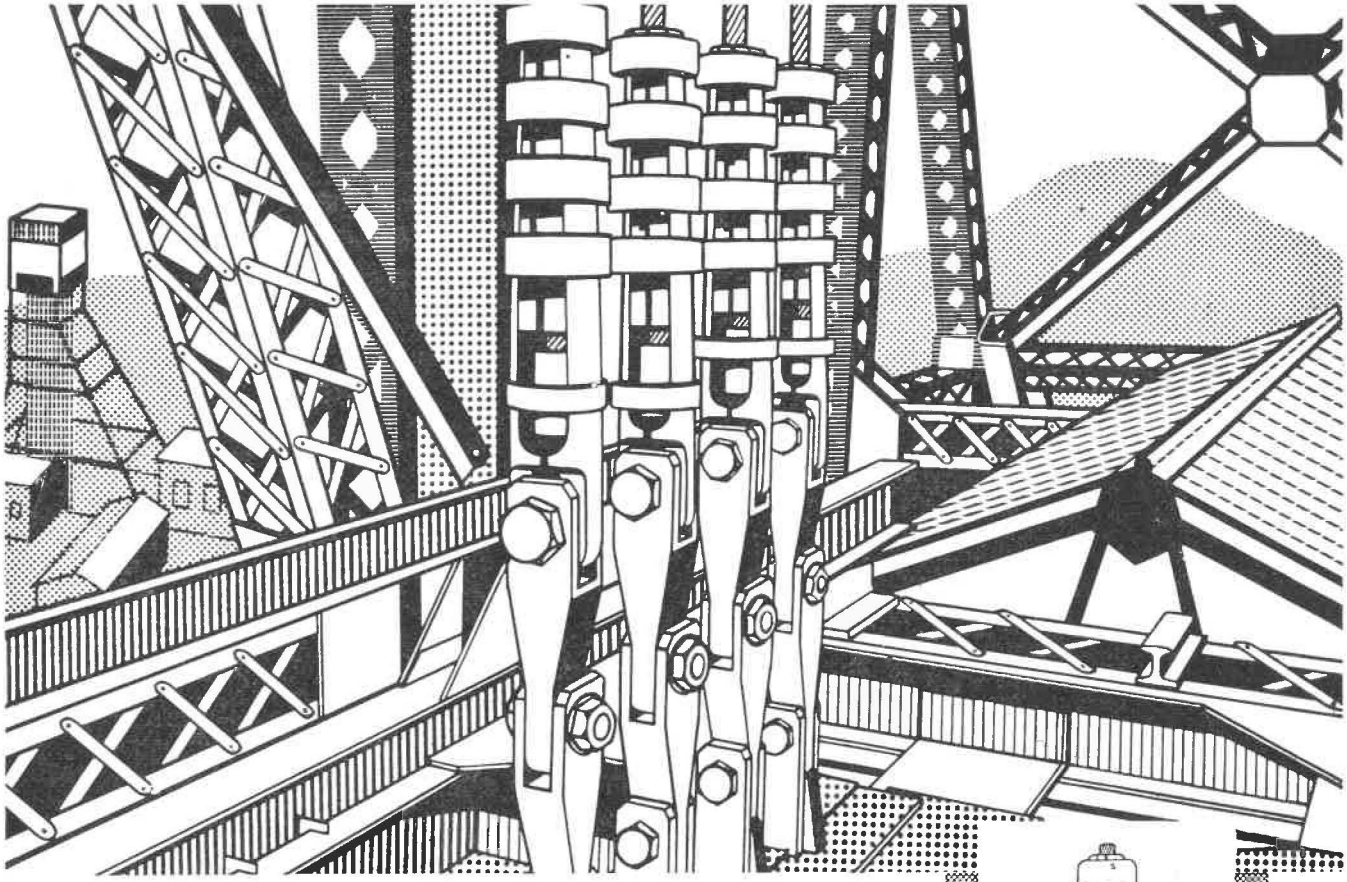
ETUDES ET PROJETS

DANS LES DIVERS DOMAINES
DE LA TECHNIQUE

B.E.I.

ELECTRICITE
MECANIQUE
THERMIQUE
GENIE CIVIL

ORGANISATION
EXPERTISES
ESSAIS
RECEPTIONS



"RELIANCE"

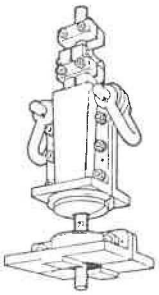
LES ATTACHES « RELIANCE » SONT EMPLOYEES DANS LES MINES DU MONDE ENTIER POUR LES : CABLES D'EXTRACTION ET DE TRAINAGE, CABLES D'EQUILIBRE, CABLES DE GUIDAGE ET DE FROTTEMENT, INSTALLATIONS AERIENNES ET POUR TOUT GENRE D'ANCRAGE OU DE MANŒUVRE DE CABLES.

Nous établissons et remettons des projets complets pour tout système d'extraction par machine à tambour ou Poulie KOEPE mono ou multi-câble, et pour tout problème de suspension et de tension des câbles guides par ressort ou contrepoids

Nos Ingénieurs sont à votre disposition pour surveiller l'installation de notre matériel dans toute partie du monde.

Catalogues, gravures et documentation technique sont envoyés sur demande.

Attache pour câble d'extraction



Attache de suspension de câble guide à siège sphérique

Attache pour câble aérien

RELIANCE ROPE ATTACHMENT COMPANY LIMITED

27 · PARK PLACE · CARDIFF · GT. BRITAIN

TELEPHONE CARDIFF 22506/7 · TELEGRAMS 'RELYCO' CARDIFF

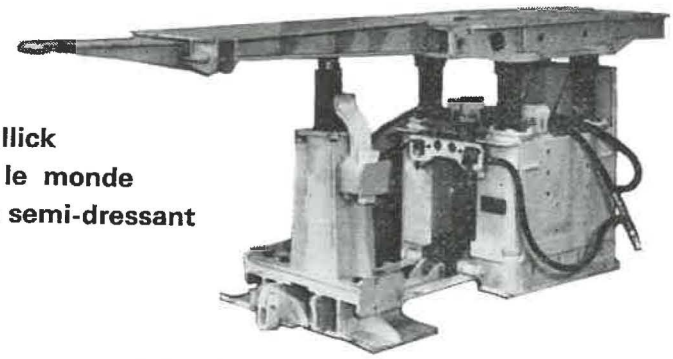
Représentants pour la Belgique et la République du Congo ; la France et l'Espagne :

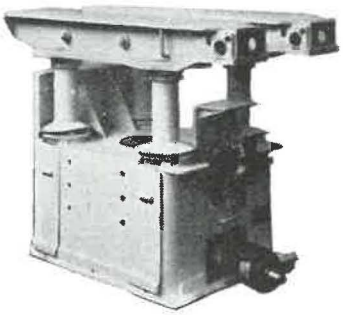
COMPAGNIE MECO

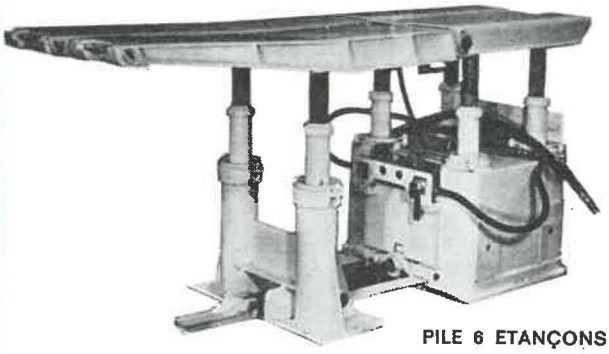
15, place de la Madeleine, PARIS 8e

Tél. : ANJ 01-15 Télég. : DEGURREY PARIS

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







PILE 5 ETANÇONS :

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

Sécurité accrue :

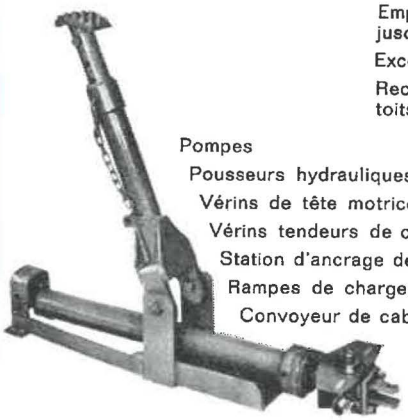
- — portance 250 tonnes
- — protection du personnel
- — soutien du toit jusqu'au front de taille

PILE 4 ETANÇONS :

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

PILE 6 ETANÇONS :

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



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

ATELIERS et CHANTIERS de la MANCHE

DIEPPE

LICENCE GULLICK FRANCE BELGIQUE

L'ILLUSTRATION TECHNIQUE 1651

POSTES AUTOMATIQUES

OU MANUELS

GÉNÉPHONE

RACCORDABLES
A N'IMPORTE QUEL TYPE DE STANDARD

AUTOMATIQUE OU MANUEL

A. A. 103/64

LIMITEUR

Ligne de Sécurité Intrinsèque

Ligne téléphonique normale

Sécurité Intrinsèque

donc

Sécurité maximale

FACILITÉ DE DÉPLACEMENT
DES APPAREILS

poids réduit (2,5 kg env.) - poignée de transport formant anneau de suspension

SIMPLICITÉ DE MISE EN ŒUVRE

branchement instantané par bornes à pression

* G. 385 (Photo) - Poste automatique
* G. 386 Poste pour réseau manuel B. C. sans magnéto d'appel

SEA

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

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

P1273

INSTITUT ROYAL des SCIENCES NATURELLES de BELGIQUE

Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

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

Renseignements statistiques - Statistische inlichtingen. — P.R. Goffart : Les explosifs de très haute sûreté à ions échangés. — J. Ponomarenko : Redressement du chevalement du puits d'entrée d'air au Charbonnage de Zwartberg, nécessité par les affaissements miniers. — G. Logelain et G. Cools : Contribution à la sécurité par l'étude des accidents - Door de studie van de ongevallen naar meer veiligheid. — Inichar : Revue de la littérature technique. — Bibliographie.

OCTOBRE 1965 Mensuel — N° 10 — Maandelijks **OCTOBER 1965**

COMITE DE PATRONAGE

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

BESCHERMEND COMITE

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

COMITE DIRECTEUR

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

BESTUURSCOMITE

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

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

No 10 — Octobre 1965

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

Nr 10 — October 1965

Direction-Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie-Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

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

Sommaire — Inhoud

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes 1304

Statistische inlichtingen voor België en aangrenzende landen 1304

P. R. GOFFART — Les explosifs de très haute sûreté à ions échangés 1309

J. PONOMARENKO — Redressement du chevalement du puits d'entrée d'air au Charbonnage de Zwartberg, nécessité par les affaissements miniers 1355

G. LOGELAIN et G. COOLS — Contribution à la sécurité par l'étude des accidents . . 1379

Door de studie van de ongevallen naar meer veiligheid 1379

INICHAR — Revue de la littérature technique 1435

Bibliographie 1450

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

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

BRUXELLES 5 • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • BRUSSEL 5

Rue Borrens, 37-41 - Borrensstraat — TEL. 48.27.84 - 47.38.52

BASSINS MINIERS / MIJNBEKKENS — Périodes / Perioden	Production nette Netto-produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. Eigen verbr. en levering aan het pers. (4)	Stocks Voorraden t	Jours ouvrés Gewerkte dagen	PERSONNEL — PERSONEEL: Nombre d'ouvriers Aantal arbeiders — Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Indices - Indices — Taille Pijler	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Rendement (kg) Rendement (kg) — Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Présences (1) Aanwez. (%) — Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre Werkkrachten schomm. — Belges Belgen	Etrangers Vreemdel.	Total Totaal	Grisou capté et valorisé — Opgevangen en gevaloriseerd mijngas m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Borinage-Centre - Borinage-Centrum	218.110	14.177	275.045	20,00	6.946	9.280	0,230	0,643	0,875	1.550	1.135	76,50	79,44	— 36	— 10	— 46	1.696.214
Charleroi - Charleroi	366.491	33.392	392.282	17,32	12.820	17.862	0,239	0,633	0,918	1.593	1.089	81,93	83,32	— 153	— 328	— 481	2.927.643
Liège - Luik	244.874	27.091	257.148	20,00	9.728	13.014	0,326	0,812	1,101	1.231	908	81,77	83,46	— 54	— 216	— 270	—
Kempen - Campine	837.936	53.220	705.787	20,00	23.008	29.924	0,189	0,568	0,752	1.758	1.329	89,15	90,46	— 81	— 31	— 112	1.210.472
Le Royaume - Het Rijk	1.667.411	127.880	1.630.262	19,34	52.502	70.080	0,214	0,627	0,848	1.594	1.179[3]	84,15	85,70	— 324	— 585	— 909	5.834.329(2)
1965 Janvier - Januari	1.732.464	135.323	1.495.015	20,27	53.297	71.061	0,237	0,642	0,879	1.555	1.148	84,60	86,10	— 192	— 195	— 387	6.206.199(2)
1964 Décembre - December	1.882.201	142.438	1.488.665	21,64	53.503	70.515	0,236	0,630	0,865	1.587	1.181	85,79	87,26	— 69	— 186	— 255	6.008.401(2)
Février - Februari	1.799.471	120.510	725.865	21,05	50.625	68.518	0,235	0,613	0,844	1.631	1.185	83,47	85,33	— 484	+ 292	— 192	5.924.044(2)
M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0,237	0,635	0,866	1.574	1.155	83,71	85,66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1963 M.M.	1.784.825	123.384	454.006	21,60	48.966	67.113	0,214	0,614	0,858	1.629	1.166	83,14	85,22	— 265	+ 237	— 28	5.721.228
1961 M.M.	1.794.661	143.935	4.378.050	21,40	45.571	63.935	0,246	0,649	0,916	1.541	1.092	80,82	83,62	— 356	— 550	— 906	5.691.675
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1959 id.	1.896.397	237.309	7.494.140	18,73	59.035	81.701	0,31	0,79	1,10	1.262	907	85,35	87,24	— 739	— 825	—1564	7.199.477
1958 id.	2.255.186	258.297	6.928.346	21,27	76.964	104.669	0,34	0,87	1,19	1.153	842	85,92	87,80	— 141	— 802	— 943	8.113.307
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1954 id.	2.437.393	270.012	2.806.020	24,04	86.378	124.579	0,38	0,91	1,27	1.098	787	83,53	85,91	— 63	— 528	— 591	4.604.060
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24,42	102.081	145.366	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24,10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
1965 Semaine du 1au 7-11 / Week van 1 tot 7-11	356.204	—	2.182.185	4,37	46.343	62.974	—	0,584	0,795	1.712	1.257	81,00	84,00	—	—	+ 53	—

N. B. — (1) Absences individuelles seulement. — Enkel individuële afwezigheid.
(2) Dont environ 5 % non valorisés. — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Maîtrise et surveillance exclues les rendements atteignent : Fond : 1.767 ; Fond et surface : 1.298. — Zonder meester- en toezichtspersoneel in rekening te brengen bekomt men voor de rendementen : Ondergrond : 1.767 ; Onder- en bovengrond : 1.298.

BELGIQUE-BELGIE — FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES / LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t — FEVRIER 1965 / FEBRUARI 1965

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
1965 Février - Februari	164.915	15.737	509.815	82.015	328.672	4.786	9.781	23.478	14.191	19.667	1.513	10.063	15.987	18.386	7.830	12.863	151.075	1.390.774
Janvier - Januari	217.379	18.918	540.960	110.566	331.634	5.788	12.966	24.033	20.518	22.302	2.981	10.237	20.257	32.439	11.332	13.427	158.219	1.553.956
1964 Décembre - December	209.554	19.372	516.669	114.086	372.832	6.094	11.928	21.500	16.619	26.773	2.636	15.834	23.010	36.776	9.004	14.898	182.890	1.600.475
Février - Februari	198.930	19.198	489.068	174.717	268.947	11.634	9.324	24.570	10.474	27.878	2.688	10.539	18.160	57.358	13.952	27.183	169.480	1.534.100
M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1963 M.M.	300.893	15.952	550.211	149.315	271.797	9.759	8.376	19.453	22.480	35.888	3.714	15.319	23.929	59.790	13.213	14.933	155.655	1.670.677
1961 M.M.	260.895	13.827	608.290	92.159	344.485	8.240	8.989	33.515	22.660	54.590	6.120	18.341	29.043	61.957	13.381	22.202	237.800	1.836.494
1960 M.M.	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1959 M.M.	255.365	13.537	562.701	78.777	243.019	10.245	7.410	24.783	25.216	64.286	4.890	17.478	38.465	45.588	13.703	26.685(1)	179.876	1.612.024
1958 M.M.	264.116	12.348	504.042	81.469	174.610	10.228	8.311	24.203	23.771	72.927	5.136	22.185	41.446	32.666	14.885	18.316(1)	226.496	1.537.155
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921(1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

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

BELGIQUE-BELGIE — COKERIES — COKESFABRIEKEN — FEVRIER-FEBRUARI 1965

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité Ovens in werking: Batteries Batterijen	Fours Ovens	Charbon - Steenkolen (t): Reçu - Ontv.: Belge Inbeemse	Etranger Uitheemse	Enfourné In de oven gebracht	Huiles combustibles Stookolie (t)	COKE - COKES (t): Production - Produktie: Gros cokes Dikke cokes > 80 mm	Autres Andere	Total Totaal	Consomm. propre Eigen verbruik	Livr. au personnel Levering aan pers.	Débit - Afzet: Secteur domest. Huis. sector en kleinbedrijf	Admin. publ. Openb. dienst.	Sidérurgie IJzer- en staalnijverheid	Centr. électr. Elektr. centr.	Chemins de fer Spoorwegen	Autres secteurs Andere sectors	Exportation Uitvoer	Total Totaal	Stock fin mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arb.
Minières - V. mijnen	8	228	114.560	7.238	125.352	175	68.966	27.262	96.228	461	606	—	—	—	—	—	—	—	—	16.564	770
Sidér. - V. staalfabr.	32	1.114	361.001	167.146	535.093	95	341.077	70.761	411.838	71	6.103	—	—	—	—	—	—	—	—	70.751	2.421
Autres - Andere . .	8	228	26.297	69.116	103.792	970	39.631	39.164	78.795	1.701	822	—	—	—	—	—	—	—	—	62.852	804
Royaume - Rijk . . .	48	1.570	501.858	243.500	764.237	1.240	449.674	137.187	586.861	2.233	7.531	20.571	1.844	440.915	64	1.171	46.929	66.683	578.177	150.167	3.995
1965 Janv. - Jan. . .	48	1.570	551.204	317.815	833.787	1.312	490.337	149.300	639.637	6.747	6.688	23.331	2.074	479.132	45	1.699	50.140	80.072	636.493	151.240	3.994
1964 Déc. - Dec. . .	48	1.574	520.493	368.220	845.833	1.411	505.235	143.291	648.526	3.847	7.683	29.060	2.122	493.041	179	1.494	54.830	79.318	654.044	161.531	3.998
Févr. - Febr. .	48	1.570	502.986	230.315	729.056	683	443.010	112.292	555.302	3.153	5.638	15.223	2.173	449.779	61	1.093	43.756	17.606	529.691	155.941	3.845
M.M.	48	1.574	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.469	1.759	5.640	13.562	1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1963 M.M.	47	1.561	537.432	254.416	779.546	1.153	469.131	131.231	600.362	6.274	5.994	16.368	2.766	461.484	431	2.223	50.291	60.231	593.794	147.877	4.109
1961 M.M.	49	1.612	594.418	180.303	777.477	26.422(1)	475.914	124.904	600.818	5.964	4.877	11.308	2.739	452.985	323	1.041	52.213	72.680	593.289	265.942	3.775
1960 M.M.	51	1.668	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564	2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1959 M.M.	50	1.658	553.330	225.350	774.839	9.249(1)	446.817	154.600	601.417	8.720	5.244	11.064	2.592	453.506	2.292	1.151	45.020	70.595	586.220	291.418	3.925
1958 M.M.	47	1.572	504.417	233.572	744.869	495	467.739	107.788	575.527	9.759	5.445	11.030	3.066	423.137	2.095	1.145	41.873	74.751	557.097	276.110	3.980
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.498	591.308	87.208	4.137
1954 M.M.	42	1.444	479.201	184.120	663.321	5.813(1)	407.062	105.173	512.235	15.639	2.093	14.177	3.327	359.227	3.437	1.585	42.996	73.859	498.608	127.146	4.270
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N. B. — (1) En hl. - In hl.

BELGIQUE — COKERIES — FEVRIER 1965
BELGIE — COKESFABRIEKEN — FEBRUARI 1965

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	45.794	19.643	25.487	—	647	14.202	3.519	1.004	1.091
Sidérurg. - V. staalfabrieken .	186.385	89.497	42.730	67.794	4.299	46.875	15.941	4.681	3.345
Autres - Andere	39.678	16.127	12.534	—	902	17.239	3.532	841	1.011
Le Royaume - Het Rijk . . .	271.857	125.267	80.751	67.794	5.848	78.316	22.992	6.526	5.447
1965 Janvier - Januari	298.084	137.071	86.739	72.796	6.591	88.092	25.071	6.914	5.961
1964 Décembre - December . .	294.951	138.706	86.159	73.091	6.003	91.044	25.164	6.866	6.035
Février - Februari . . .	254.374	124.404	42.454	61.971	5.609	80.212	21.916	6.003	4.754
M.M.	282.815	132.949	75.948	69.988	6.267	77.530	23.552	6.764	5.470
1963 M.M.	279.437	128.124	73.628	66.734	5.166	82.729	23.070	6.374	5.321
1961 M.M.	274.574	131.894	71.334	63.184	8.869	76.584	22.451	6.703	5.619
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.833	7.043	5.870
1959 M.M.	268.123	126.057	82.867	57.436	7.817	73.576	21.541	6.801	5.562
1958 M.M.	259.453	120.242	81.624	53.568	6.850	71.249	20.867	6.774	5.648
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569
1954 M.M.	233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	68.791	15.911	5.410	3.624
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.636

FABRIQUES D'AGGLOMERES — FEVRIER 1965
AGGLOMERATENFABRIEKEN — FEBRUARI 1965

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets Eierkolen	Briquettes Briketten	Total Totaal	Consommation propre Eigen verbruik (t)	Livraisons au personnel Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. Grondstoffen (t): Charbon Steenkool	Brai Pek	Ventes et cessions Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.
Min. - V. mijn.	78.595	7.790	86.385	—	—	—	—	—	—	—
Indép. - Onafh.	3.004	—	3.004	—	—	—	—	—	—	—
Royaume - Rijk	81.599	7.790	89.389	3.278	24.090	83.884	7.104	63.536	49.223	517
1965 Janv. - Jan.	111.259	9.591	120.850	3.413	28.358	113.234	9.688	91.614	50.762	526
1961 Déc. - Dec.	112.689	9.881	122.570	3.308	30.061	115.223	9.670	90.081	53.297	498
Févr. - Febr.	178.066	12.720	190.786	2.631	22.551	185.260	15.003	157.925	15.173	720
M.M. . . .	109.081	10.337	119.418	2.390	18.827	115.359	9.410	94.207	53.297	498
1963 M.M. . . .	178.499	13.113	191.612	3.337	19.390	182.333	15.148	168.778	5.763	—
1961 M.M. . . .	81.419	15.516	96.935	2.395	12.755	91.880	7.623	82.896	17.997	449
1960 M.M. . . .	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1959 M.M. . . .	66.244	17.236	83.480	2.597	12.028	77.942	6.304	68.237	61.236	479
1958 M.M. . . .	65.877	20.525	86.402	3.418	12.632	81.517	6.335	66.907	62.598	495
1956 M.M. . . .	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1954 M.M. . . .	75.027	39.829	114.856	4.521	10.520	109.189	9.098	109.304	11.737	589
1948 M.M. . . .	27.014	53.834	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M. . . .	39.742	102.948	142.690	—	—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M. . . .	—	—	217.387	—	—	197.274	—	—	—	1.911

BELGIQUE — BOIS DE MINE — BRAI — FEVRIER 1965
BELGIE — MIJNHOUT m³ — PEK t — FEBRUARI 1965

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
1965 Févr. - Febr.	29.406	—	29.406	42.279	158.929	6.384	5.413	11.797	7.104	88.393	—
Janv. - Jan.	21.339	—	21.339	41.611	172.012	6.337	5.028	11.365	9.688	83.875	—
1964 Déc. - Dec.	29.895	—	29.895	44.532	192.651	6.470	2.415	8.885	9.670	82.198	—
Févr. - Febr.	36.237	—	36.237	45.191	203.125	7.156	17.730	24.886	15.003	46.331	—
M.M.	41.584	—	41.584	43.470	192.651	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1963 M.M.	44.249	15	44.264	44.540	229.138	9.082	6.969	16.051	15.148	30.720	2.218
1961 M.M.	44.823	—	44.823	47.414	188.382	7.116	451	7.567	7.516	19.887	3.984
1960 M.M.	43.010	674	43.684	50.608	242.840	5.237	37	5.274	7.099	22.163	3.501
1959 M.M.	46.336	2.904	49.240	56.775	346.640	3.342	176	3.518	6.309	44.919	2.314
1958 M.M.	50.713	7.158	57.871	71.192	448.093	3.834	3.045	6.879	6.335	78.674	2.628
1956 M.M.	72.377	17.963	90.340	78.246	655.544	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1952 M.M.	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014

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

BELGIQUE — METAUX NON-FERREUX — FEVRIER 1965
BELGIE — NON FERRO-METALEN — FEBRUARI 1965

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
1965 Février - Februari	24.351	19.697	8.256	321	293	399	53.497	38.435	29.047	2.407	18.450
Janvier - Januari	23.844	18.545	6.943	576	288	352	50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1964 Déc. - Dec.	25.390	19.503	7.419	518	297	325	53.452	35.269	31.424	2.500	18.301
Février - Februari	23.261	18.289	8.420	590	325	423	51.308	34.846	28.353	1.667	17.261
M.M.	23.844	18.545	6.943	576	288	352	50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1963 M.M.	22.620	17.194	8.203	701	296	368	49.382	33.606	24.267	1.579	16.671
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 Loep	Produits demi-finis Half-produkten: Pour relamin. belges Voor Belg. herwalsers	Autres Andere	Aciers marchands Handelsstaal	Profilés Profielstaal	Rails et accessoires Spoorstaven en toebehoren
1965 Février - Februari	42	655.430	725.954	(3)	56.707	68.335	184.509	34.148	207
Janvier - Januari	43	685.593	735.727	(3)	52.939	78.041	187.605	34.197	620
1964 Décembre - December	46	686.729	748.466	(3)	52.462	96.389	189.010	35.817	2.245
Février - Februari	44	627.852	681.845	(3)	46.658	62.809	173.733	36.385	5.100
M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.382
1963 M.M.	44	576.246	627.355	(3)	59.341	45.428	170.651	26.388	4.922
1961 M.M.	49	537.093	584.224	5.036	55.837	66.091	159.258	13.964	5.988
1960 M.M.	53	546.061	595.070	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.337
1959 M.M.	50	497.287	534.136	5.394	153.278	44.863	147.226	16.608	6.449
1958 M.M.	49	459.927	500.950	4.939	45.141	52.052	125.502	14.668	10.536
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315
1954 M.M.	47	345.424	414.378	3.278	109.559		113.900	15.877	5.247
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.853
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.337
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.489

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

Les explosifs de très haute sûreté à ions échangés (*)

par P.-R. GOFFART,

Ingénieur au Corps des Mines,
Docteur en Sciences appliquées.

INSTITUT ROYAL des SCIENCES NATURELLES de BELGIQUE

RESUME

Dans les mines belges, les explosifs à ions échangés ont complètement supplanté les explosifs de sûreté classiques, constitués d'un noyau au nitrate d'ammonium et d'une gaine du type Lemaire (S.G.P. gainés).

Les nouvelles formules montrent une sécurité au grisou précédemment inégalée par des explosifs de puissance convenable, y compris lorsque la charge est amenée à détoner hors confinement. Cette sécurité est généralement imputée à la formation de chlorure alcalin à l'état naissant, auquel on reconnaît un grand pouvoir extincteur ; d'autre part, lorsque l'explosion n'a pas lieu en vase clos, seule la nitroglycérine est réputée réagir, les sels à ions échangés étant simplement dispersés par la détente. Comme le chlorure naissant ne peut se former qu'à partir de la combinaison des sels à ions échangés, on se rend immédiatement compte que son pouvoir extincteur ne peut intervenir lorsqu'il n'y a que réaction partielle. Il importait donc d'élucider les mécanismes déterminant l'inflammation ou la non-inflammation du grisou par les charges explosant hors confinement.

Dans ce but, nous avons étudié de façon systématique la détonation des explosifs à ions échangés conçus pour atteindre aux plus hautes performances de sécurité, et nous avons été amenés à constater que, dans un tel domaine, on n'observe plus, entre la vitesse de détonation et l'inverse du diamètre de la charge nue, la corrélation linéaire qui se vérifie cependant d'assez près pour la généralité des explosifs militaires (composés chimiques définis) ou industriels (mélanges d'ingrédients divers).

SAMENVATTING

In de Belgische kolenmijnen hebben de springstoffen met ionenuitwisseling volledig de plaats ingenomen van de klassieke veiligheidsspringstoffen bestaande uit een kern met ammoniumnitraat en een ommanteling van het type Lemaire (S.G.P. met veiligheidshuls).

De nieuwe formules bieden in mijngas een graad van veiligheid, die vroeger door geen enkele springstof met voldoende kracht geëvenaard werd, en zulks ook in het geval van detonatie van niet-ingesloten ladingen. Deze veiligheid wordt over 't algemeen toegeschreven aan de vorming van alkalichloride « in statu nascendi », dat als een zeer doeltreffend blusmiddel erkend wordt ; er wordt anderzijds aangenomen dat, wanneer de ontploffing niet onder insluiting geschiedt, de nitroglycerine alleen reageert, terwijl de zouten met ionenuitwisseling eenvoudig door de gasontspanning worden verspreid. Daar het chloride « in statu nascendi » maar uit de omzetting van de zouten met ionenuitwisseling kan ontstaan, beseft men onmiddellijk dat het als blusmiddel niet kan werken wanneer de reactie slechts gedeeltelijk geschiedt. Daarom was het van belang het mechanisme te verklaren dat de ontvlamming of de niet-ontvlamming van mijngas bepaalt wanneer niet-ingesloten ladingen tot ontploffing worden gebracht.

Met dat doel hebben wij systematisch de detonatie onderzocht van de springstoffen met ionenuitwisseling die opgevat zijn om de grootste veiligheid te verschaffen, en zo kwamen wij tot de vaststelling dat de detonatiesnelheid in de vrije lucht geen lineaire functie van het omgekeerde van de diameter der lading meer is, wat strijdig is met de algemene bevindingen over de militaire springstoffen (zuiver chemische verbindingen) en over de nijverheids-

(*) La présente publication est la version intégrale d'une dissertation originale présentée comme thèse de doctorat spécial et défendue en séance publique, le 16 juin 1965, devant la Faculté des Sciences appliquées de l'Université de Liège.

Nous avons reconnu dans ce type de phénomène, une caractéristique de la détonation directement liée à l'indépendance de la nitroglycérine vis-à-vis des sels à ions échangés. Les conditions aux limites d'un tel comportement ont été explorées, et nous avons défini les processus chimiques intervenant dans la zone de réaction. En outre, nous avons pu comparer énergétiquement la détonation de diverses formules basées sur le principe des ions échangés.

Il nous a alors été possible de conclure qu'en cas de détonation hors confinement, les explosifs dont le mode de réaction s'éloigne trop du schéma idéal projettent, dans les produits en détente, des sels encore indécomposés, notamment des oxydants, dont l'activation superficielle est toutefois incompatible avec la sécurité au grisou. Grâce à l'étude préalable de la détonation, la frontière de sécurité et la zone marginale ont été aisément définies. La connaissance du mécanisme d'inflammation a apporté la solution à divers problèmes sur l'exécution des épreuves et sur les performances à attendre de tel ou tel explosif.

L'établissement de la technique du procédé, qui en dernière analyse est très simple d'application puisqu'elle ne réclame que des mesures de la vitesse de détonation, nous a permis de concevoir une méthode scientifique pour la mise au point de nouvelles formules, de façon à prendre la relève des procédés technico-empiriques employés jusqu'à ce jour. Cette méthode a été soumise à l'épreuve pratique et d'emblée a fourni des compositions nouvelles, caractérisées particulièrement par le fait qu'elles contiennent un additif hydrofuge très efficace, mais auparavant exclu pour des raisons de sécurité au grisou. Ces formules neuves, auxquelles on a pu en application de notre méthode conserver toutes les qualités précédemment acquises, sont en plus très bien protégées contre les effets de l'humidité. Elles conservent leur détonabilité même en cas d'immersion des cartouches sous eau, la poudre comportant cependant 90 % de sels minéraux dont les deux tiers environ de nitrate alcalin. C'est là un progrès intéressant pour les fabricants belges.

En outre, nous avons d'une part mis au point un dispositif qui a permis d'étudier la transmission de la détonation, dont le mécanisme en confinement résistant n'était pas encore connu, et nous avons d'autre part montré comment il convient en pratique d'utiliser rationnellement les explosifs à ions échangés en vue d'un minage efficace.

springstoffen (mengsels van verscheidene bestanddelen).

In dat fenomeen hebben wij een detonatiekarakteristiek erkend, die rechtstreeks met de onafhankelijkheid van de nitroglycerine ten overstaan van de zouten met ionenuitwisseling is verbonden. De grensvoorwaarden van zo'n detonatie werden onderzocht en wij hebben de chemische processen in de reactiezone bepaald. Wat de energie betreft, hebben wij bovendien de detonatie kunnen vergelijken van verscheidene formules gebaseerd op het beginsel van de ionenuitwisseling.

In verband met de detonatie van niet-ingesloten ladingen zijn wij tot het besluit gekomen dat bij de springstoffen waarvan de reactiemodus te ver van het ideale schema afwijkt, nog onontbonden zouten met de ontploffingsgassen verspreid worden, onder meer zuurstofdragers waarvan het oppervlakkige activeren met de veiligheid in mijngas niet verenigbaar is. Dank zij de voorafgaande studie van de detonatie konden de veiligheidsgrens en dezer randzone gemakkelijk bepaald worden. De kennis van het mechanisme der ontvlamming heeft de oplossing gegeven van een paar problemen in verband met de uitoefening van de schietproeven en met de veiligheidsgraad van bepaalde springstofmonsters.

De techniek van het procédé, waarvan de toepassing ten slotte zeer eenvoudig is, vermits het volstaat detonatiesnelheden te meten, heeft ons in staat gesteld voor het uitwerken van nieuwe formules een wetenschappelijke methode uit te denken om de tot nu toe aangewende werkwijzen, die tot een semi-empirische techniek behoren, te vervangen. Deze methode werd praktisch beproefd en leidde dadelijk tot de ontdekking van nieuwe samenstellingen met toevoeging van een zeer doeltreffend waterafstotend middel, waarvan de aanwending vroeger om redenen van veiligheid ten overstaan van mijngas uitgesloten was. Deze nieuwe samenstellingen, die bij toepassing van onze methode alle vroeger verworven hoedanigheden hebben kunnen behouden, zijn daarenboven uitstekend beschut tegen de vochtigheid. De patronenrij kan nog volledig detoneren wanneer de patronen onder water hebben vertoefd, ongeacht het feit dat de samenstelling voor 90 % uit minerale zouten bestaat, waarvan circa twee derden alkalinitraat. Dat is een interessante vooruitgang voor de Belgische springstoffabrikanten.

Verder hebben wij enerzijds een experimentele inrichting op punt gesteld om de detonatie-overdraging te bestuderen, waarvan het mechanisme onder sterke insluiting nog niet bekend was, en anderzijds ook aangetoond hoe de springstoffen met ionenuitwisseling in de praktijk moeten worden aangewend, om er doelmatig springwerk mee te verrichten.

INHALTSANGABE

Im belgischen Bergbau haben die Sprengstoffe mit ausgetauschtem Salzpaar die herkömmlichen ummantelten Wettersprengstoffe, deren Kern ein Ammoniumnitratsprengstoff bildet, volkommen verdrängt.

Die neuen Sprengstoffe zeichnen sich durch eine Schlagwettersicherheit aus, die bisher kein Sprengstoff von angemessener Sprengkraft aufzuweisen vermochte, und zwar auch bei einer Detonation der Ladung ohne Einschluss. Der Grund für diesen hohen Grad von Sicherheit liegt nach allgemeiner Auffassung darin, dass sich Alkalichlorid bildet, welches ein hohes Löschvermögen besitzt. Weiter nimmt man an, dass nur das Nitroglyzerin in Reaktion tritt, falls die Detonation nicht unter Einschluss erfolgt, und dass die Salze mit ausgetauschten Ionen lediglich durch den Entspannungsvorgang zerstreut werden. Da das Chlorid sich nur infolge der Umsetzung der Salze mit ausgetauschten Ionen bilden kann, leuchtet ohne weiteres ein, dass sein Löschvermögen nicht wirksam zu werden vermag, wenn es nur zu einer Teilreaktion kommt. Es galt daher, die Vorgänge zu klären, die für die Zündung oder Nichtzündung des Methans durch frei detonierende Ladungen massgebend sind.

Zu diesem Zweck haben wir systematische Untersuchungen über die Detonation von Sprengstoffen mit ausgetauschtem Salzpaar durchgeführt, deren Aufbau einen möglichst hohen Grad von Sicherheit gewährleisten soll. Dabei stellen wir fest, dass die lineare Beziehung zwischen der Detonationsgeschwindigkeit und dem reziproken Wert des Durchmessers der freiliegenden Ladung, die bei den meisten Sprengstoffen für militärische oder industrielle Zwecke (einheitlichen chemischen Verbindungen oder Mischungen aus verschiedenen Bestandteilen) zu beobachten ist, in diesem Fall nicht besteht.

Wir erblicken hierin eine Eigentümlichkeit der Detonation, die unmittelbar damit zusammenhängt, dass das Nitroglyzerin unabhängig von den Salzen mit ausgetauschten Ionen reagiert. Wir haben die Grenzbedingungen eines solchen Verhaltens untersucht und die chemischen Vorgänge in der Reaktionszone bestimmt. Ferner konnten wir Vergleiche über die Energie der Detonation verschiedener Sprengstoffgemische, die auf dem Prinzip des Ionenaustausches beruhen, anstellen.

Dabei ergab sich, dass bei der Detonation nichteingeschlossener Ladungen diejenigen Sprengstoffe, deren Reaktionsart zu weit vom idealen Schema abweicht, noch unzersetzte Salze in die in Expansion befindlichen Produkte schleudern, vor allem Sauerstoffträger, deren Oberflächenaktivierung mit Schlagwettersicherheit stets unvereinbar ist. Dank der vorherigen Untersuchung der Detonation konn-

SUMMARY

In the Belgian mines, exchanged ions explosives have completely supplanted the classical safety explosives consisting of a core of ammonium nitrate and a Lemaire type sheath (sheathed S.G.P.).

The new types afford a degree of safety in firedamp hitherto unequalled by explosives of adequate power, including when the shot is detonated in an unconfined area. This safety is generally attributed to the formation of nascent alkaline chloride, which is recognized as having great extinguishing powers ; furthermore, when the explosion occurs without confinement at the surface of the charge, only the nitroglycerine is supposed to react, the exchanged ions salts being simply dispersed by the explosion stroke. As the nascent chloride can only be formed from the combination of exchanged ions salts, it can easily be seen that its extinguishing power can be of no effect when there is only a partial reaction. It was therefore necessary to elucidate the mechanisms which determine the ignition or non-ignition of the firedamp by the unconfined charges.

For this purpose, we systematically studied the detonation of exchanged ions explosives designed to obtain the highest degree of security, and we were led to the conclusion that, in such a field, one no longer observes the linear correlation between the speed of detonation and the inverse of the diameter of the bare charge, correlation which however proves fairly close for military explosives in general (precise chemical components or industrial) explosives (precise mixtures of various ingredients).

In this type of phenomenon, we recognized a characteristic of the detonation which was directly linked with the independence of nitroglycerine with regard to exchanged ions salts. The conditions at the limits of such behaviour were explored, and we defined the chemical processes occurring in the zone of reaction. Furthermore, we were able to compare, from the point of view of energy, the detonation of various formulae based on the exchanged ions principle.

We were then able to conclude that, in the case of a detonation in an unconfined area, the explosives whose reaction method was too far removed from the ideal diagram, project into the detonating products salts which are still not decomposed, in particular oxidizers, the superficial activation of which is always incompatible with safety in firedamp. Thanks to the previous study of detonation, the

ten die Sicherheitsgrenze und der Bereich der sicherheitlichen Reserve leicht bestimmt werden. Die Kenntnis des Mechanismus der Zündung führte zur Lösung verschiedener Probleme im Zusammenhang mit der Durchführung von Prüfungen und mit den Sicherheitsgraden die man von verscheidenen Sprengstoffen erwarten darf.

Die Technik des Verfahrens ist im Grunde genommen sehr einfach, da sie lediglich Messungen der Detonationsgeschwindigkeit erfordert ; ihre Durchbildung gestattete die Entwicklung einer wissenschaftlichen Methode für die Herstellung neuer Sprengstoffe, die an die Stelle der bisher gebräuchlichen technisch-empirischen Verfahren treten soll. Diese Methode wurde praktisch erprobt und führte bereits im ersten Anlauf zur Entwicklung neuer Sprengstoffe, deren wesentliches Merkmal im Zusatz einer höchst wirksamen Substanz liegt, die den Sprengstoff wasserfest macht und deren Verwendung früher aus Rücksicht auf die Schlagwettersicherheit ausgeschlossen war. Diese neuen Sprengstoffe, die durch Anwendung unserer Methode alle zuvor erworbenen Eigenschaften bewahren, erleiden selbst bei Eintauchen der Patronen in Wasser keine Beeinträchtigung ihres Detonationsvermögens, obwohl die Mischung 90 % mineralische Salze enthält, davon etwa 2/3 Alkalinitrat — ein Fortschritt von hohem Wert für die belgischen Hersteller.

Wir haben ausserdem eine Apparatur entwickelt, mit der man die Uebertragung der Detonation untersuchen kann, deren Mechanismus unter festem Einschluss bisher noch unbekannt war. Schliesslich haben wir gezeigt, wie man in der Praxis Sprengstoffe mit ausgetauschtem Salzpaar rationell und mit bestem Nutzeffekt verwenden sollte.

safety limit and the marginal zone could be easily defined. The knowledge of the mechanics of ignition solved various problems concerning the carrying out of tests and performances to be expected of such an explosive.

The establishment of the technique of the process, which in the final analysis is very easy to apply since it requires only measurements of the speed of detonation, enables us to devise a scientific method for perfecting new formulae, to replace the empirical technical methods in use up till now. This method was subjected to a practical test and immediately provided new compositions, characterized particularly by the fact that they contain a waterproof additive which is very efficient but which was previously excluded for reasons of safety in firedamp. These new formulae, in which we were able to maintain all previously acquired qualities while applying our method, are, in addition, very well protected against the effects of humidity. They keep their explosive ability even when the cartridges are immersed in water, yet the powder contains 90 % mineral salts, about two-thirds of which are of alkaline nitrate. This represents important progress for Belgian manufacturers.

In addition, we have, on the one hand, perfected a device for studying the transmission of detonation, the mechanics of which in a resistant confinement were as yet unknown, and, on the other hand, we have shown how exchanged ions explosives should be used rationally to obtain efficient shotfiring.

I. — INTRODUCTION

11. POSITION DU PROBLEME

Nous nous proposons d'étudier des explosifs pour mines de houille présentant une très haute sûreté dans les cas de tir en milieu inflammable grisouteux ou poussiéreux, en même temps qu'un effet utile suffisant.

Le problème consiste donc à concevoir et réaliser des formules explosives excluant en principe tout risque d'inflammation, même dans les éventualités les plus dangereuses révélées par la pratique minière, tout en restant capables, moyennant une mise en œuvre rationnelle, de procurer un abattage économique.

12. ORIGINES DU PROBLEME

La simultanéité des deux impératifs a longtemps fait achopper les tentatives en vue d'un progrès vraiment décisif. En effet, jusqu'à la dernière décennie, tous les pays miniers se sont exclusivement orientés dans la voie d'une dilution de l'énergie des explosifs dangereux, en incorporant dans les formules des matières qui ne participent pas positivement au bilan énergétique de la réaction explosive. Ce moyen permet de doser l'affaiblissement de la composition pour atteindre un degré de sûreté au grisou plus ou moins caractérisé ; les possibilités d'application du procédé sont toutefois limitées par des exigences minimales en matière de niveau d'énergie (1) ou de détonabilité. C'est ainsi que, par paliers chronologiques successifs, s'est opérée une dégression partant de la dynamite 1 caractérisée par le ni-

(1) Le niveau d'énergie s'exprime en tonnes-mètres par litre, en abrégé m.t/litre, et s'obtient en multipliant l'énergie (ou force) spécifique par la densité apparente de l'explosif.

veau de 147 m.t/litre, pour descendre jusqu'à la bicarbite (ou Wetter-Astralit B) de niveau 10,5 m.t/litre [1] (2).

La bicarbite n'offre guère d'intérêt pratique, car elle se situe loin en dessous de la limite inférieure de 33 m.t/litre qui marque le minimum d'effet utile requis.

Entre les termes extrêmes correspondant à la dynamite 1 d'une part et à la bicarbite d'autre part, s'ouvre une gamme de formules plus ou moins sûres. Les plus récentes sont en général les moins dangereuses, parce que l'évolution moderne de l'exploitation des mines n'admet que des risques de plus en plus mesurés.

La limitation toujours plus stricte du niveau d'énergie va de pair avec la recommandation d'une température d'explosion calculée inférieure à 2200° C, recommandation faite dès le début de l'emploi des explosifs dans les mines par la Commission française des substances explosives [2]. Dans ces conditions, un niveau d'au moins 33 m.t/litre est généralement atteint grâce à un volume spécifique des fumées relativement élevé (3).

D'après des estimations que rapporte Kuhn, la gamme internationale des explosifs de sûreté se caractérise par :

— un niveau d'énergie compris entre 33 et 73 m.t/litre ;

— un volume spécifique des fumées de 660 ± 225 litres/litre ;

— une température de détonation de 2400 ± 400° K.

Jusqu'en 1950, aucun explosif minier de niveau énergétique suffisant (au moins 33 m.t/litre) ne préserve du risque d'inflammation du grisou dès l'instant où :

— les produits de détonation d'une charge sont partiellement libres de se détendre latéralement au moment de l'explosion, la file de cartouches n'étant plus entièrement confinée dans le massif rocheux ;

— une circonstance aggravante résulte de la proximité de parois ou d'obstacles frappés par les produits d'explosion en détente.

Seule la bicarbite, de niveau énergétique nettement insuffisant, peut être qualifiée de très haute sûreté, car elle n'enflamme ni le grisou ni les poussières charbonneuses lorsqu'elle est tirée à n'importe quelle charge dans la rainure du mortier d'angle. Il s'agit d'une rainure ouverte en dièdre droit par fraisage d'un parallélépipède ou cylindre d'acier. Ce mortier est diposé horizontalement de façon qu'une des faces de la rainure, amenée à la verticale, soit parallèle à une paroi plane en acier fixée à la distance d (fig. 1). Pour l'exécution du tir d'angle, la distance d à la paroi dite de choc est choisie en vue d'une sévérité maximale. L'épreuve reproduit ainsi en galerie expérimentale, au moins dans leur principe, des conditions de tir très dangereuses révélées par la pratique minière. En effet, l'exploitation des mines s'accommode particulièrement aujourd'hui de la technique du tir à retard, laquelle risque de rassembler, pour une charge de la volée amorcée par détonateur à temps, les conditions critiques du tir d'angle. L'expérience moderne montre qu'en cas de tir d'une série amorcée de retards différents, il faut compter avec l'explosion de mines décapitées ou dénudées à proximité d'obstacles divers.

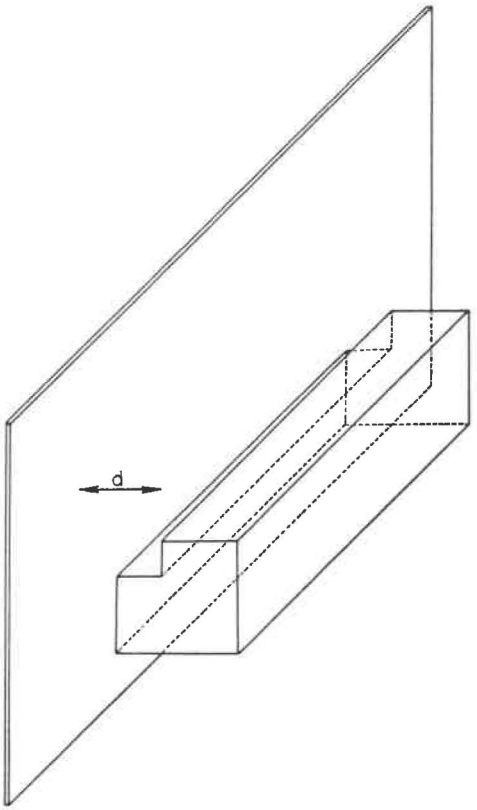


Fig. 1.

Il convenait donc de trouver une formule d'explosif qui allie à un niveau énergétique d'au moins 33 m.t/litre, la performance de très haute sûreté atteinte précédemment par la seule bicarbite.

13. DANGER DES REACTIONS TARDIVES

C'est ce stade du développement des explosifs de sûreté qui est tout particulièrement marqué par les travaux du Docteur Ahrens, spécialiste des explosifs à la Station d'essais de Dortmund-Derne [3, 4, 5].

Ahrens a reconnu qu'en matière d'explosifs détonants, le critère du niveau d'énergie ne reflète pas dans tous les cas le degré de sécurité au grisou. La

(2) Cf. bibliographie in fine.

(3) Le volume spécifique des fumées, rapporté au litre d'explosif, s'exprime en l/l.

règle, considérée jusqu'alors comme fondamentale, souffre en fait certaines exceptions. Ainsi par exemple, de deux explosifs au nitrate d'ammonium, le plus faible ne garantit pas nécessairement la plus petite probabilité d'inflammation, tout particulièrement dans le cas du tir d'angle.

Ahrens a dénoncé la cause de telles anomalies.

Il s'agit de réactions tardives, parce que les produits d'explosion, particulièrement lorsque la détente latérale des fumées est possible, peuvent encore avoir un potentiel d'énergie libre qui se libère brusquement par le jeu de circonstances locales, tel l'impact de molécules activées sur des obstacles solides.

Le nitrate d'ammonium constitue à ce point de vue un exemple typique : Copp et Ubbelohde ont montré que, dans les formules binaires NH_4NO_3 — TNT, le nitrate enrobé de trinitrotoluène se décompose par érosion dans la détonation, c'est-à-dire à partir de la surface vers l'intérieur des grains, selon une cinétique chimique placée sous la dépendance des caractéristiques granulométriques [6]. Le temps de décomposition peut ainsi s'allonger dans certaines limites. Or, le nitrate d'ammonium est le constituant de base des explosifs de sûreté classiques, en raison de son volume de gaz très élevé (980 litre/kg) et de sa température d'explosion basse (1423° K). C'est lui qu'Ahrens rend principalement responsable des réactions tardives, lesquelles font surgir un risque d'inflammation du grisou décalé dans le temps et dans l'espace par rapport à la charge en détonation.

Lorsqu'il s'agit d'explosifs industriels à formule complexe, les renseignements sur pareilles influences dans le processus d'inflammation du grisou sont d'autant plus rares, que leur rôle doit se comprendre dans le cadre d'un ensemble de phénomènes simultanés. Parmi ceux-ci, en raison de la structure de l'explosif, la formation possible de groupes ou radicaux extincteurs, l'intervention indiscutable d'agents favorables à la sécurité, tel le sel inerte réparti en proportion et granulométrie convenables dans la composition elle-même, telle encore la matière inerte ou peu active disposée en manteau protecteur gainant le noyau explosif proprement dit de la cartouche. On reconnaît ici les procédés classiques seuls en application jusqu'à 1950.

14. LE NITRATE D'AMMONIUM ET LA SELECTIVITE

Les explosifs miniers sont nécessairement détonants, car les autres modes de décomposition s'avèrent incompatibles avec le retard à l'inflammation du grisou.

La détonation étant caractérisée par un écoulement supersonique qui trouve son moteur au sein d'une zone de réaction couplée avec le front d'onde, toute formule doit nécessairement contenir un sensibilisateur. Pour atteindre économiquement un niveau d'énergie suffisant, des économiseurs y sont associés. Enfin, la formule contient des absorbants d'énergie visant la sécurité au grisou.

Les sensibilisateurs sont des corps chimiques réagissant intramoléculairement lors de l'explosion selon une cinétique chimique de décomposition rapide, et dont l'aptitude à détoner se reflète principalement dans leur chaleur d'explosion respective.

Le classement suivant a été proposé [7] :

classe A : Q = 1500 cal/g — Nitroglycérine, nitroglycol, etc.

classe B : Q = 1000 cal/g — Trinitrotoluène, dérivés organiques à haut degré de nitration.

classe C : Q = 300 cal/g — Nitrate d'ammonium.

Les économiseurs sont représentés par des systèmes énergétiques constitués d'oxydants et de combustibles qui, considérés chacun en particulier, ne sont capables que de réactions endothermes, mais dont les produits de décomposition peuvent réagir exothermiquement les uns avec les autres.

Les absorbants d'énergie, tel le chlorure de sodium, ont pour mission de hâter le refroidissement des produits de détonation.

Le nitrate d'ammonium est un sensibilisateur, mais, employé seul, il constitue un cas limite de composition détonante, la plus simple consistant certainement en grains de nitrate imprégnés d'hydrocarbure lourd. Dans le cas d'un tel mélange binaire, une fraction limitée de l'énergie disponible se libère dans des délais assez courts que pour servir de support à une onde de détonation ; de plus, en raison de la chaleur d'explosion réduite (sensibilisateur de la classe C) les pertes par détente latérale sont très préjudiciables au régime détonant, et l'onde ne peut être entretenue à l'air libre qu'à partir d'un diamètre de charge important (80 à 100 mm). Dans les explosifs miniers, le nitrate d'ammonium est toujours associé à un sensibilisateur de classe A ou B ; il participe alors, dans une certaine mesure, à la propagation de la détonation, mais il est avant tout un fournisseur d'énergie à bon marché, c'est-à-dire un économiseur. C'est là une interférence de rôles entre sensibilisateurs et économiseurs.

Cette interférence est même si large dans les explosifs de sûreté au nitrate d'ammonium, que l'on constate généralement une nette différence entre la vitesse de détonation à l'air libre et celle en confinement. L'accroissement est dû au fait qu'en diamètres industriels (25 à 40 mm), la partie du nitrate qui fonctionne comme économiseur pur lorsque les fumées peuvent se détendre latéralement, est, en cas de détente entravée, progressivement refoulée dans la zone de réaction rapide où elle renforce le support énergétique de l'onde.

Cette interférence est tout le contraire de la *sélectivité* selon Ahrens. Une formule est dite totalement sélective lorsque l'onde de détonation ne s'appuie que sur les seules ressources énergétiques du sensibilisateur, à supposer que ce dernier fonctionne purement comme tel.

Un comportement aussi idéal ne peut être approché si la formule contient du nitrate d'ammonium, d'autant plus que les diminutions successives du niveau d'énergie (cf. 12) ont postulé, soit des limitations de plus en plus strictes du taux de sensibilisateur de classe A ou B, soit des dilutions exagérées par de fortes proportions de sels inertes. Ces dernières circonstances sont favorables à l'allongement du temps de décomposition du nitrate, temps réglé aussi par les caractéristiques granulométriques des constituants solides de l'explosif.

Il peut s'écouler ainsi des délais largement supérieurs au temps de réaction qui caractérise la détonation de la charge, de sorte que le nitrate d'ammonium se décompose encore exothermiquement dans la phase de détente, en arrière du plan Chapman-Jouguet (le plan C-J limite, vers l'aval de l'onde, le domaine des réactions chimiques entretenant la détonation). Mais la décomposition en cours se poursuit nonobstant la détente, même si l'explosion a lieu à l'air libre, puisque le nitrate d'ammonium est aussi un sensibilisateur en raison du fait que comburant et combustible sont enfermés dans un édifice moléculaire unique.

En conclusion, surtout si un taux modéré de sensibilisateur de classe A ou B limite le niveau d'énergie, la détonation d'un explosif contenant une proportion de nitrate d'ammonium produit des combustions tardives imputables à la dualité de comportement du nitrate. En dépit du régime détonant, la subsistance de telles combustions en arrière de l'onde se révèle également incompatible avec le retard à l'inflammation du grisou.

15. EXPLOITATION ET RECHERCHE DE LA SELECTIVITE

Selon les vues d'Ahrens, le comportement sélectif de la détonation peut être exploité à dessein, de façon telle que les composants qui n'ont pas réagi dans l'onde de détonation, ne manifestent pas non plus de réactivité franche dès l'instant où se construisent des conditions de tir dangereuses par disparition plus ou moins complète et plus ou moins hâtive du confinement de la charge. Pour atteindre un tel objectif, Ahrens recommande une sélectivité aussi poussée que possible et définit un système de base résumant, dans son principe, les moyens à mettre principalement en œuvre pour atteindre ce but.

L'étude des bicarbites lui a fourni une observation de départ : des mélanges binaires de nitroglycérine avec un sel incapable de participer positivement au bilan énergétique de la réaction, sont de sécurité au grisou, même pour un taux de sensibilisateur relativement élevé, pour autant que le composant actif de la formule soit réparti de façon adéquate. Une bicarbite à 15 %, et même à 17 % de nitroglycérine, peut être sûre au grisou si la granulométrie du sel est réglée en conséquence ; une bicarbite à 10 % sera sûre pratiquement dans tous les cas.

Expérimentalement, Ahrens a montré que l'onde de choc n'est pas à elle seule responsable des inflammations constatées avec les bicarbites dangereuses. L'onde de choc détermine en l'occurrence le cadre des réactions tardives auxquelles le sensibilisateur le plus caractéristique lui-même, savoir la nitroglycérine, peut être sujet. Les moyens expérimentaux cités par Ahrens sont notamment les enregistrements de vitesse de détonation et de brisance, les photographies des flammes pouvant apparaître tant à la surface des charges que sur la paroi de choc du tir d'angle, réalisés sur des cartouches industrielles (diamètre nominal 30-32 mm).

Il est alors apparu possible de remplacer les sels inertes des bicarbites par des systèmes comburant-combustible en molécules séparées de corps solides, et d'en régler la grosseur des grains de façon telle que, la détonation n'intéressant dans tous les cas et idéalement parlant que le seul sensibilisateur, la partie solide de l'explosif ne donne lieu à réaction avec fort dégagement d'énergie qu'en cas de confinement de la charge. Autrement dit, la détente libre ou facile des gaz de détonation de la nitroglycérine suffit pour enrayer la combinaison comburant-combustible, tandis que l'explosion en vase clos peut seule déterminer la réaction complète. De ce fait, dans les conditions du tir d'angle notamment, le dégagement d'énergie se trouve limité et les réactions tardives peuvent être suffisamment entravées, même aux endroits dangereux d'impact des produits de l'explosion sur des obstacles solides. Par contre, en mine bien bourrée travaillant en plein massif rocheux, l'explosif fait usage de tout son potentiel énergétique, à l'abri du milieu inflammable. Dès que, par hasard, le confinement cède prématurément, la réaction secondaire, c'est-à-dire la combinaison des groupes comburants et combustibles progressivement issus de la digestion érosive des grains des deux sortes de corps solides, s'enraie, du fait même de la détente, par dilution et refroidissement des fumées qui les rongent. Il n'y a plus dès ce moment franchissement de la phase endotherme de décomposition du porteur d'oxygène par exemple, alors que ce franchissement conditionne la formation des groupes comburants. Ceci signifie que les composés solides ne réagissent qu'en arrière du plan C-J et ne fournissent dès lors pas d'énergie à la réaction primaire, c'est-à-dire n'interviennent pas

dans l'établissement du régime stable à vitesse déterminée de détonation D. Cette vélocité ne varie dès lors que peu lorsqu'on passe du cas du tir à l'air libre à celui du tir en confinement. L'analyse chimique des résidus solides de tirs effectués à l'air libre, ainsi que diverses observations rapportées par Ahrens dans le cas où le combustible solide est de la farine de bois ou de l'amidon, montrent à l'évidence que les composants solides de l'explosif peuvent pour une bonne part être récupérés intacts, alors même qu'ils ont été englobés momentanément dans une onde de détonation.

16. DEFINITION DU SYSTEME A IONS ECHANGES

S'il convient à juste titre d'attendre d'une charge qui détone en l'absence même complète de confinement, qu'elle n'enflamme ni le grisou ni les poussières charbonneuses, il n'en reste pas moins que le tir en coup débourrant, analogue à la mine qui fait canon, ne peut non plus laisser place à un risque apparent.

Or, depuis longtemps, la sécurité est assurée dans une pareille éventualité grâce déjà à des explosifs de composition classique contenant un taux approprié de sels inertes. Ces derniers sont censés refroidir l'atmosphère gazeuse dès sa formation, sans pour cela en arriver à un freinage de la gazéification des composants lents, par exemple le nitrate d'ammonium.

La grosseur des grains de sel inerte est importante : c'est elle qui règle la surface suivant laquelle s'exerce le refroidissement. Dans les formules à haute sélectivité, dont la réaction peut toutefois être complète en fourneau donnant le coup débourrant, il faut joindre un sel inerte au couple de corps solides comburant-combustible, ou bien utiliser un nitrate alcalin associé au chlorure d'ammonium en proportion équimoléculaire, sans aucune adjonction de sel inerte. Cette dernière solution très élégante fournit, d'une part, des gaz comburants et combustibles garantissant le niveau d'énergie requis et, d'autre part, des sels inertes à l'état naissant, possédant de ce fait une action refroidissante optimale. Kuhn et Käufer ont donné à ce sujet d'intéressantes précisions [1, 8]. C'est ainsi que, grâce à un tel artifice, l'efficacité du refroidissement pourrait atteindre 90 % de l'effet maximal théorique correspondant à l'échange de chaleur total, contre 30 % environ dans la meilleure éventualité de recours au couple classique nitrate d'ammonium - chlorure de sodium. S'il s'agit de ce couple, en effet, le sel inerte ne peut être trop dispersé car, très finement granulé, il nuit profondément à la détonabilité de l'explosif, en raison de la multiplication exagérée du nombre des centres inertes ; le chlorure de sodium agit plus par dilution que par absorption de chaleur, en provoquant une perte d'effet utile imputable dans la proportion des trois quarts à la diminution de la densité énergétique (facteur de dilution) et pour un quart seulement au captage d'énergie par échange thermique [9]. En fait, dans le cas du couple classique, il existe une barrière sur le chemin de l'échange profond de chaleur. Par contre, dans la solution associant le chlorure d'ammonium à un nitrate alcalin, cette barrière est abattue par un simple échange ionique, sans atteinte au niveau énergétique.

Parmi les formules d'explosifs miniers du type dit à ions échangés, nous étudierons spécialement celles qui donnent le plus haut degré de sûreté.

17. EVOCATION DE LA THEORIE DE LA ZONE DE REACTION VARIABLE

Avant d'en venir à notre étude proprement dite, qu'il nous soit permis, d'un point de vue général, de citer une théorie récente d'un grand intérêt : celle de la zone de réaction variable, due au Docteur Hino.

Rappelons que, d'après Ahrens, la longueur de la zone de réaction des explosifs à ions échangés pourrait bien dépendre du confinement ou du diamètre de la charge [5].

Selon la théorie de la zone de réaction variable [7, 10, 11], tout régime stable de détonation possède des caractéristiques qui lui sont propres (non seulement vitesse de détonation, mais longueur de la zone de réaction et énergie supportant l'onde). Le plus haut régime est caractérisé par une zone de réaction de longueur maximale, qui correspond à la longueur constante postulée par les théories de Jones et d'Eyring [12, 13].

La partie de la théorie de Hino et Hasegawa qui se rapporte aux explosifs industriels, implique le comportement sélectif des économiseurs par rapport aux sensibilisateurs. Elle est d'un intérêt particulier pour notre étude.

2. — ETUDE DE LA DETONATION

201. Principe du mécanisme des ions échangés Procédé de recherche.

Considérons le système de base des explosifs à ions échangés, c'est-à-dire la nitroglycérine sensibilisant un mélange équimoléculaire de chlorure d'ammonium avec un nitrate alcalin.

Liquide ou à la rigueur très partiellement gélatinisée, la nitroglycérine détone facilement et dégage une chaleur d'explosion intéressante, qui en fait un sensibilisateur typique. Elle est ici le seul ingrédient capable d'une réaction intramoléculaire.

Le couple salin, quant à lui, ne peut donner lieu à dégagement d'énergie qu'après franchissement

d'une phase endotherme d'activation, pour les débuts de laquelle les calories nécessaires sont fournies par l'explosion de la nitroglycérine. Les produits de décomposition des sels peuvent réagir exothermiquement les uns avec les autres au fur et à mesure de leur apparition et au prorata de leur formation, qui prend cours au niveau de la surface extérieure des cristaux. C'est la réaction secondaire (ou retardée), par opposition à la réaction primaire de la nitroglycérine.

Le comportement sélectif de la détonation de l'explosif sera d'autant plus accusé que les deux types de réaction interfèreront peu, idéalement parlant n'interfèreront pas (sélectivité totale - cf. 14). A ce stade optimal, l'explosion de la nitroglycérine produit un dégagement d'énergie servant en premier lieu à établir un régime stable de détonation (caractérisé par une vélocité D), et en même temps à amorcer l'activation des sels, dont la réaction mutuelle n'apporte nul concours énergétique à l'onde primaire (la réaction tardive se localise à l'aval du plan C-J).

Le principe du mécanisme des ions échangés, présenté ci-dessus, doit cependant être pénétré d'une façon plus poussée. C'est le but du présent travail, qui se propose une étude systématique des moyens propres à assurer la plus haute sélectivité pratique.

La voie qui nous paraît la plus sûre pour investiguer la détonation réside dans l'établissement de diagrammes précis de la vitesse de détonation en fonction du diamètre de la charge, établis pour différents échantillons explosifs dans lesquels nous agissons sur le réglage de la sélectivité en faisant varier, selon un programme logique, les facteurs adéquats. Ce procédé va nous permettre de ne recourir qu'à des techniques bien connues, aisément praticables, et de mesurer une caractéristique de la détonation directement liée à son support énergétique.

202. Recherche de la haute sélectivité.

La nature du contact et la grandeur des surfaces cristallines sont déterminantes pour l'aptitude à réagir des sels [8] puisqu'il s'agit d'une digestion de grains déclenchée par la sollicitation énergétique due à la nitroglycérine. L'amorce que constitue le sensibilisateur doit être dosée pour que l'activation de départ, c'est-à-dire l'activation d'origine exogène, ne puisse solliciter les sels trop profondément.

2021. Taux de nitroglycérine.

Le premier facteur à prendre en considération est évidemment le taux de sensibilisateur. Ce taux doit être très proche de 10 %. En effet, à 12 % déjà de nitroglycérine, il est impossible, quelle que soit la granulométrie des sels, d'atteindre une très haute sélectivité. Pour s'en convaincre, il suffit de recourir par exemple au procédé d'étude cité à propos des bicarbites et de fabriquer, pour divers réglages granulométriques, des échantillons différenciés uniquement dans une même série par la teneur en nitroglycérine. L'épreuve du tir d'angle en grisou montre qu'au taux de 9 %, on obtient assez aisément la sécurité, même pour une granulométrie relativement peu affinée, tandis qu'à 11 % de nitroglycérine dans le mélange ternaire, le succès est presque impossible. Quoique sans intérêt pratique direct, comme on le verra ci-après en considérant la question des additifs hydrofuges, ce résultat préliminaire est à rapprocher de celui rappelé précédemment (cf. 15) au sujet des bicarbites, lesquelles restent sûres au taux de 15 ou 17 % maximum de nitroglycérine pour autant que le sel inerte soit suffisamment fin.

C'est pourquoi nous retenons 10 % comme taux de départ.

2022. Granulométrie des sels.

Le second facteur de dosage est le degré de dispersion du sensibilisateur. A première vue, plus les sels sont fins, plus la surface des solides en contact avec la nitroglycérine est importante, plus la réaction secondaire risque d'être favorisée au détriment de la sélectivité. Cependant, il en va tout autrement, ainsi que nous le montrerons dans la suite, et comme on peut l'augurer dès à présent grâce aux deux travaux expérimentaux suivants :

— Taylor a étudié l'effet de la grosseur des grains du chlorure de sodium sur la vitesse de détonation d'une bicarbite à 15 % de nitroglycérine [14], encartouchée en 30 mm de diamètre. Il a trouvé qu'à partir d'une surface spécifique de 140 cm^2/g environ, la vitesse de détonation à la densité d'encartouchage de 1,3 g/cm^3 décroît linéairement en fonction du logarithme de la surface spécifique, de 1930 m/s — valeur maximale — jusqu'à 1690 m/s obtenus à 1820 cm^2/g ; après quoi, la détonation stable ne connaît plus que des vitesses en dégression rapide jusqu'au défaut de détonabilité pour un sel trop fin (fig. 2).

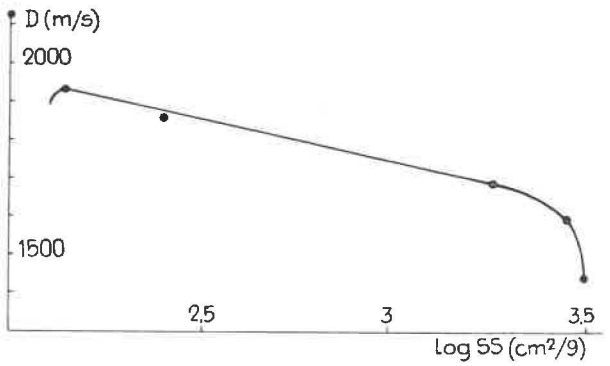


Fig. 2. — **D'après Taylor :** vitesse de détonation D de la bicarbite 15 % ng - 85 % NaCl, en charge de 30 mm de diamètre, à la densité apparente de 1,3 g/cm^3, sous tube de verre, en fonction de la surface spécifique SS du sel.

Dans la zone de dégression linéaire, il y a absorption rapide d'énergie sous forme de chaleur latente. Cette absorption règle la température à la surface des grains solides et le gradient de température à l'intérieur de ceux-ci. Un accroissement de surface spécifique du sel inerte détermine une diminution de vitesse de détonation par soustraction d'énergie à l'onde.

— Kuhn et Käufer ont publié des résultats de mesures de la vitesse de détonation d'explosifs à ions échangés au taux de 12 % de nitroglycérine [15]. Leurs diagrammes de la vitesse en fonction de l'inverse du diamètre de la charge ont l'aspect classique d'une droite dont l'ordonnée à l'origine permet d'augurer la vitesse de détonation D_i en diamètre infini (fig. 3). Ils ont trouvé qu'au taux de 12 % de nitroglycérine, D_i est fonction de la nature des additifs protégeant les sels contre l'humidité et est en outre le sommet d'un faisceau de droites. Chacune de celles-ci est un diagramme des vitesses pour une granulométrie déterminée des sels. Les poudres les plus fines donnent la gamme des vitesses les plus basses.

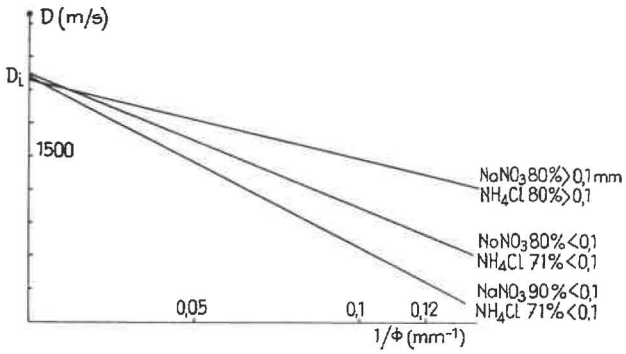


Fig. 3. — **D'après Kuhn et Käufer :** vitesse de détonation de l'explosif à ions échangés 12 % ng - $NaNO_3/NH_4Cl$, en fonction du diamètre Ø de la charge, pour divers réglages granulométriques.

Les travaux cités ne se rapportant pas strictement aux explosifs que nous étudions, nous nous réservons pour la suite de confirmer expérimentalement le bien-fondé de la conclusion suivant laquelle, pour les explosifs à ions échangés comme pour les bicarbites, il est possible de régler la vitesse de détonation en jouant sur la finesse des constituants salins, à condition de se placer dans la zone des granulométries adéquates (zone de dégression régulière).

Dans notre étude, nous chercherons particulièrement à préciser mieux encore l'influence de la granulométrie et, à cet effet, nous sommes partis d'une surface spécifique de 3.400 cm^2/g (cf. annexe I pour plus de détails sur la question de la surface spécifique des sels).

2023. Additifs hydrofuges.

Les considérations qui précèdent pourraient en principe suffire pour déterminer un schéma de travail expérimental. Mais le programme s'en révélerait incomplet en raison du fait que la formule doit contenir des additifs hydrofuges, destinés à protéger les sels hygroscopiques des effets néfastes de l'humidité ; sans quoi, déjà au cours d'un simple magasinage, l'explosif ne conserverait pas suffisamment sa texture physique et serait dès lors sans intérêt pratique (augmentation de la densité apparente, durcissement généralisé, prise en masse de la cartouche d'où défaut de détonabilité).

Il s'agit donc de préciser un dernier choix.

Comme additifs, nous estimons ne devoir retenir que des matières solides, afin d'altérer le moins possible les contacts entre l'huile explosive et les sels. Nous excluons en outre les composés qui, sans être nécessairement des explosifs proprement dits, comportent des groupes nitrés dans leur molécule et sont de ce fait susceptibles d'accroître notablement, au détriment de la sélectivité, le dégagement d'énergie primaire attendu de la nitroglycérine seule. Les additifs que nous avons choisis sont, soit des corps inertes, soit des corps combustibles, dont certains comportent des chaînes hydrocarbonées. Nous avons retenu au départ trois corps chimiques u (100), v (10) et w (0) dont, pour des raisons de discrétion, nous ne pouvons préciser ni la nature ni la teneur individuelle x_i %, mais dont il suffit de connaître la teneur globale Σx_i et de savoir qu'ils se caractérisent par les coefficients 100, 10 et 0 proportionnels à leur déficit respectif en oxygène.

Ces additifs, évidemment réduits en poudres ultrafines, se trouvent dispersés à la surface des cristaux des sels à protéger, avant adjonction de la nitroglycérine.

203. Premier explosif expérimental.

Le premier explosif que nous avons expérimenté est défini par la formule A_1 indiquée ci-après pour cent parties du poids :

nitroglycéroglycol 70/30			10,0
nitrate de sodium			53,7
chlorure d'ammonium			33,3
additifs hydrofuges	u v w	x_1 x_2 x_3	$x_1 + x_2 + x_3 =$ 3,0
			100,0

Densité d'encartouchage $\Delta = 1{,}2$ g/cm³

Surface spécifique des sels SS = 3.400 ± 400 cm^2/g

TABLEAU I.

Diamètre Ø de la charge	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	37 mm	90 mm
Vitesses mesurées (m/s)	1626	1736	1900	2061	2083	2212
	1575	1825	1966	1905	1973	2193
	1600	1799	1983	1980	1948	
	1653	1724	1966	1923	2027	
	1626	1811	1870	1905	1923	
Moyenne	1616	1779	1937	1955	1991	2203
1,65 σ	22	34	36	49	48	

σ est l'erreur quadratique moyenne de la moyenne arithmétique.

2031. Résultats expérimentaux relatifs à A_1.

Le tableau 1 contient les résulats des mesures de la vitesse de détonation, mesures effectuées sur un même échantillon de fabrication et pour l'exécution desquelles nous renvoyons à l'annexe II.

Reportons ces résultats sur un graphique comportant les vitesses de détonation D en ordonnées et les inverses du diamètre $1/\varnothing$ en abscisses (fig. 4). Pour les diamètres supérieurs à 40 mm (cf. échelle horizontale dans le haut de la fig. 4), c'est-à-dire pour $1/\varnothing$ inférieur à 0,25 cm^{-1} (cf. échelle horizontale dans le bas de la fig. 4), nous nous bornons à constater que la vitesse est supérieure à 2000 m/s et atteint 2200 m/s pour $\varnothing = 90$ mm ($1/\varnothing = 0{,}111$ cm^{-1}). Le diagramme est tracé avec précision pour les diamètres compris entre 10 et 40 mm (calibres industriels) puis, au-delà, en partant du résultat en 90 mm de diamètre et en tenant simultanément compte du fait que, généralement dans les diagrammes de l'espèce, la ligne droite obtenue en petits diamètres se prolonge jusqu'à recouper l'axe des ordonnées [16]. Nous obtenons ainsi une vitesse limite $D_i = 2275$ m/s, et les vitesses caractéristiques reprises au tableau II.

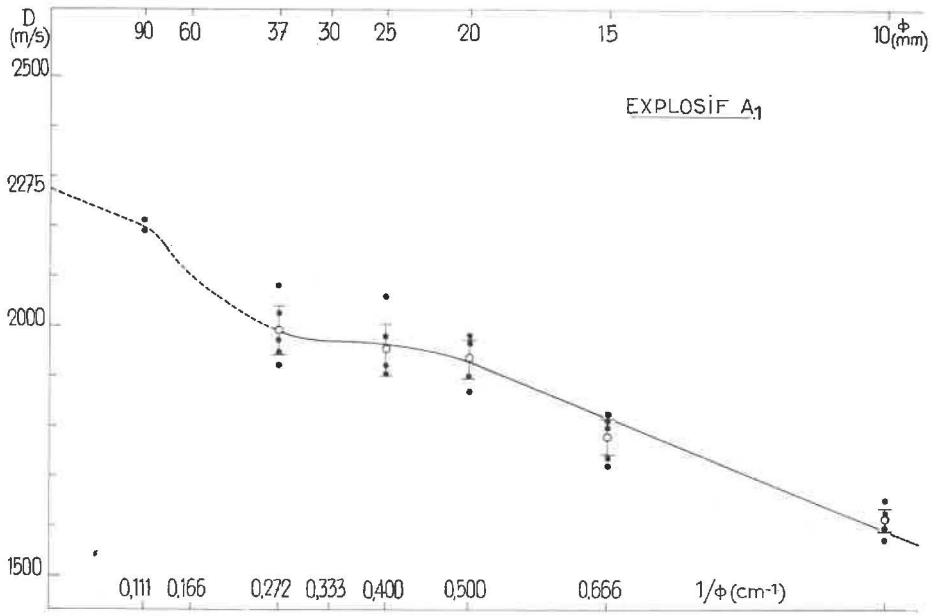


Fig. 4.

TABLEAU II.

Ø mm	10	15	20	25	30	37	60	90	∞
Vitesse	1595	1815	1930	1960	1970	1990	2100	2200	2275

Le diamètre critique de détonation, déterminé expérimentalement, est de 8 mm.

En application de la théorie de la zone de réaction variable, nous avons alors établi la représentation graphique de D en fonction de R = Ø/2, pour aboutir à une évaluation des temps de réaction et des fractions N de chaleur de détonation utilisées au passage de la détonation (fig. 5). Pour le détail des calculs et un rappel du procédé, nous renvoyons à l'annexe III.

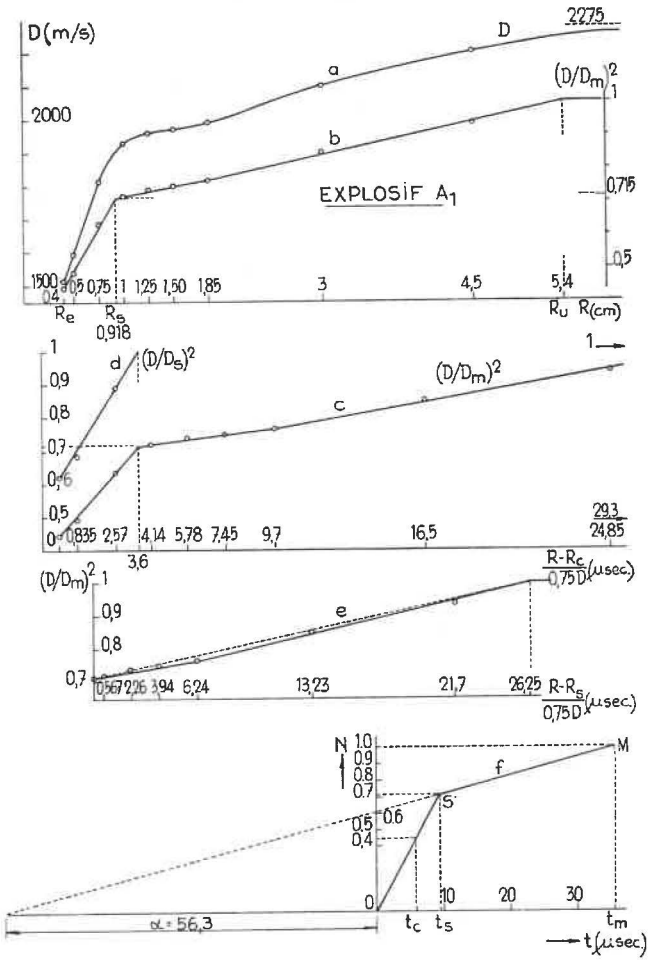


Fig. 5.

2032. Examen des résultats relatifs à A_1.

Au vu (fig. 4) du diagramme D = $f(1/\varnothing)$, la première remarque qui s'impose est de constater les vitesses généralement élevées si l'on compare l'explosif A_1 (10 % de nitroglycérine) à la bicarbite à 15 % de nitroglycérine étudiée par Taylor (fig. 2). Cette dernière ne dépasse en effet pas, en 30 mm de diamètre, 1930 m/s à la densité 1,3 et 2010 m/s à la densité 1,5 g/cm³. Pour ce même diamètre de 30 mm, A_1 donne déjà 1970 m/s à la densité 1,2.

Nous concluons que le support énergétique de la détonation n'est pas seulement fourni par la nitroglycérine, mais que les sels interviennent pour une bonne part (sélectivité selon Ahrens plutôt réduite).

Une seconde remarque concerne le palier de vitesse qui se manifeste dans la zone des diamètres compris entre 20 et 30 mm. Le diagramme permet d'augurer qu'à partir du diamètre de 20 mm, les pertes latérales deviennent peu importantes en ce qui concerne le sensibilisateur et que, dès lors, ce dernier ne donne plus par la suite d'accroissement sensible de vitesse. Une accélération par réaction du couple salin seul est dans un premier stade difficile, d'où le palier de vitesse qui ne se relève que pour des diamètres supérieurs à 30 mm et ne fait place à une montée importante de D que dans la zone des très gros diamètres (supérieurs à 40 mm).

Une vue d'ensemble du diagramme fait apparaître le palier comme une zone transitoire dans laquelle la détonation non idéale, c'est-à-dire avec pertes latérales, est caractérisée par la difficulté qu'éprouvent les sels qui n'ont pas réagi en même temps que la nitroglycérine, à fournir un apport énergétique dans la zone de réaction (en avant du plan C-J). C'est là une manifestation favorable dans le sens de la sélectivité ; nous dirons qu'il y a un palier transitoire de sélectivité.

Ce palier apparaît également sur le diagramme D = $f(R)$ ainsi que sur ceux déduits par application de la théorie de la zone de réaction variable (fig. 5). Il faut à la nitroglycérine 9,5 microsecondes pour épuiser dans l'onde ses propres ressources énergétiques. Pendant ce temps désigné t_s, il y a eu une forte collaboration des économiseurs de façon que, pour Ø = 18,5 mm (R_s = 0,918 cm), D atteigne 1900 m/s. Le régime maximal ne sera obtenu très progressivement que pour des diamètres supérieurs à 100 mm (R_u = 5,4 cm), en nécessitant un temps de réaction 3,5 fois plus grand que t_s(t_m = 35,7 microsecondes). A ce régime, l'apport énergétique dans le délai $t_m - t_s$ est dû uniquement aux économiseurs et vaut près de 30 % du support de la déto-

nation ($N_m - N_s = 1 - 0{,}715 = 0{,}285$). Le coefficient α élevé (56 microsecondes) témoigne de l'entraînement difficile des sels dans la détonation.

Nous constatons ainsi que les deux diagrammes (fig. 4 et 5) mènent à des conclusions de même nature, nettement plus précises cependant lorsque la théorie de la zone de réaction variable est prise en considération.

2033. Discussion de la sélectivité de l'explosif A_1.

Tout compte fait, la sélectivité de l'explosif A_1, quoique déjà appréciable notamment en raison de l'apparition d'un palier transitoire de sélectivité, nous apparaît comme assez réduite du fait des vitesses généralement élevées atteintes, comparativement à la bicarbite, pour un taux de nitroglycérine de 10 % seulement.

Endéans les 9,5 microsecondes nécessaires à la nitroglycérine pour épuiser dans l'onde (en avant du plan C-J) ses ressources énergétiques, il doit déjà y avoir une forte libération d'énergie additionnelle étrangère à la décomposition propre de l'huile explosive, énergie qui ne peut provenir que des autres composants de l'explosif, parmi lesquels on trouve un seul comburant, le nitrate de sodium, et plusieurs combustibles : le chlorure d'ammonium et certains des additifs hydrofuges (en l'occurrence u et v).

Le chlorure n'a en somme que des contacts limités avec le nitrate, d'autant plus que nous avons eu soin — également pour d'autres raisons dont il sera question au chapitre III — de laisser le chlorure en grains assez grossiers, tandis que le principal de la surface spécifique de l'ensemble salin revient au nitrate (cf. annexe I). On comprend ainsi que les groupes comburants et combustibles induits à la surface des grains des deux sels par l'action calorifique de la nitroglycérine (franchissement des phases endothermes respectives sur une certaine profondeur d'activation comptée à partir de l'extérieur des grains), ne peuvent réagir suffisamment tôt dans l'onde qu'aux endroits du contact chlorure-nitrate.

Mais ce dernier sel, tout comme son partenaire, est (cf. 2023) enrobé d'additifs hydrofuges en poudres ultrafines dont certaines sont combustibles (u et v). Ces additifs se trouvent à taux réduit (x_1 et x_2) en contact direct avec la nitroglycérine, qui par sa décomposition provoque le franchissement de leur phase endotherme d'activation respective, à concurrence des taux x_1 et x_2 entiers, avant de pouvoir échauffer les sels (cinétique chimique conditionnée par une source puissante — 10 % de nitroglycérine — agissant sur des corps de faible capacité calorifique — $x_1 + x_2$ est inférieur à 3 % — placés sous l'action directe de la source, les sels jouant le rôle de récipient à forte capacité calorifique). On conçoit ainsi que les additifs sont immédiatement brûlés au contact du nitrate et sont à l'instant capables de renforcer la réaction primaire, dans une mesure qui dépend de leur nature.

Ainsi peut être expliquée l'observation expérimentale de Kuhn et Käufer (cf. 2022) suivant laquelle, déjà pour des explosifs à ions échangés au taux de 12 % de nitroglycérine, la vélocité limite D_i dépend des additifs mis en œuvre. Cette dépendance s'exprime ici par les potentiels d'oxydation de nos additifs combustibles, à savoir, dans le cas présent, une caractéristique proportionnelle aux nombres 100 et 10 que nous avons associés à u et v respectivement.

En conclusion, afin de disposer de moins d'énergie dans l'onde de détonation, il y a deux possibilités :

— Diminuer la teneur en nitroglycéroglycol en dessous de 10 %.

— Choisir les additifs de façon à n'ajouter à la formule que le minimum de combustible, par exemple en proscrivant l'additif u (100) et en ne conservant que le couple v (10) et w (0).

Ce sont ces deux voies que nous allons exploiter pour l'élaboration d'autres formules d'explosifs expérimentaux.

204. Deuxième et troisième explosifs expérimentaux.

En application de la première possibilité, les explosifs A_2 et A_3 sont analogues à A_1, sauf que la teneur en nitroglycéroglycol est diminuée de 0,5 et 1 % respectivement, cette différence étant reportée sur le couple salin. Nous avons ainsi :

				A_2	A_3
nitroglycéroglycol 70/30				9,5	9,0
nitrate de sodium				54,0	54,3
chlorure d'ammonium				33,5	33,7
	u	x_1			
additifs	v	x_2	$x_1 + x_2 + x_3 =$	3,0	3,0
hydrofuges	w	x_3			
				100,0	100,0

Densité d'encartouchage $\Delta = 1{,}2$ g/cm³

Surface spécifique des sels SS = 3.400 ± 400 cm²/g

2041. Résultats expérimentaux relatifs à A_2.

Le tableau III contient les résultats de mesure des vitesses de détonation, obtenus avec les mêmes garanties que précédemment.

En procédant comme pour l'explosif A_1, mais en négligeant provisoirement toutefois les résultats obtenus pour des diamètres supérieurs à 40 mm (très gros diamètres), nous traçons avec précision le diagramme de D en fonction de $1/\varnothing$ pour les abscisses comprises entre 0,25 et 1 cm^{-1} (fig. 6).

L'explosif A_2 possède les vitesses caractéristiques reprises au tableau IV.

TABLEAU III.

Diamètre Ø de la charge	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	37 mm	90 mm
Vitesses mesurées (m/s)	1299	1582	1554	1562	1744	1524
	1533	1479	1503	1667	1666	1602
	1385	1506	1564	1587	1666	1506
	1277	1488	1597	1667	1648	
Moyenne	1373	1514	1554	1620	1681	1544
1,65 σ	96	39	32	45	36	49

TABLEAU IV.

Ø mm	10	15	20	25	30	37	40
Vitesse	1360	1510	1580	1625	1645	1665	1670

Le diamètre critique de détonation, déterminé expérimentalement, est de 8 mm.

L'application de la théorie de la zone de réaction variable (fig. 7) donne lieu aux calculs repris à l'annexe IV.

2042. Résultats expérimentaux relatifs à A_3.

En procédant comme pour l'explosif A_2, on obtient les tableaux V et VI.

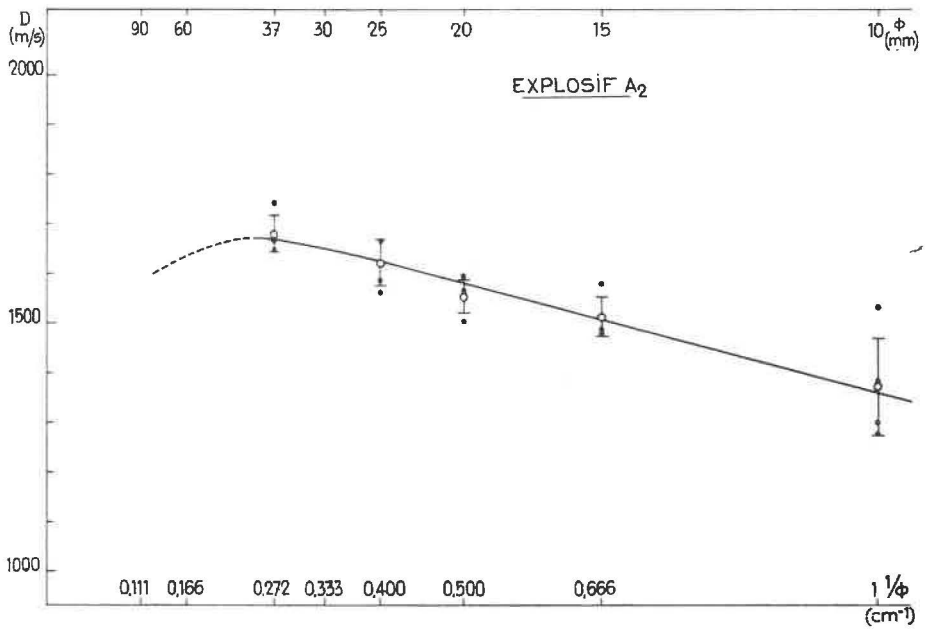
TABLEAU V.

Diamètre Ø de la charge	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	37 mm	60 mm
Vitesses mesurées (m/s)	1256	1470	1446	1625	1666	1360
	1185	1461	1493	1538	1666	1370
	1236	1420	1483	1612	1546	1350
	1173	1412	1464	1538	1595	
Moyenne	1212	1440	1471	1578	1618	1360
1,65 σ	33	25	19	42	50	10

La même représentation graphique que pour A_2 (fig. 8) conduit aux vitesses caractéristiques ci-après.

TABLEAU VI.

Ø mm	10	15	20	25	30	37
Vitesse	1215	1415	1515	1575	1605	1620



INSTITUT ROYAL des SCIENCES NATURELLES de BELGIQUE

Fig. 6.

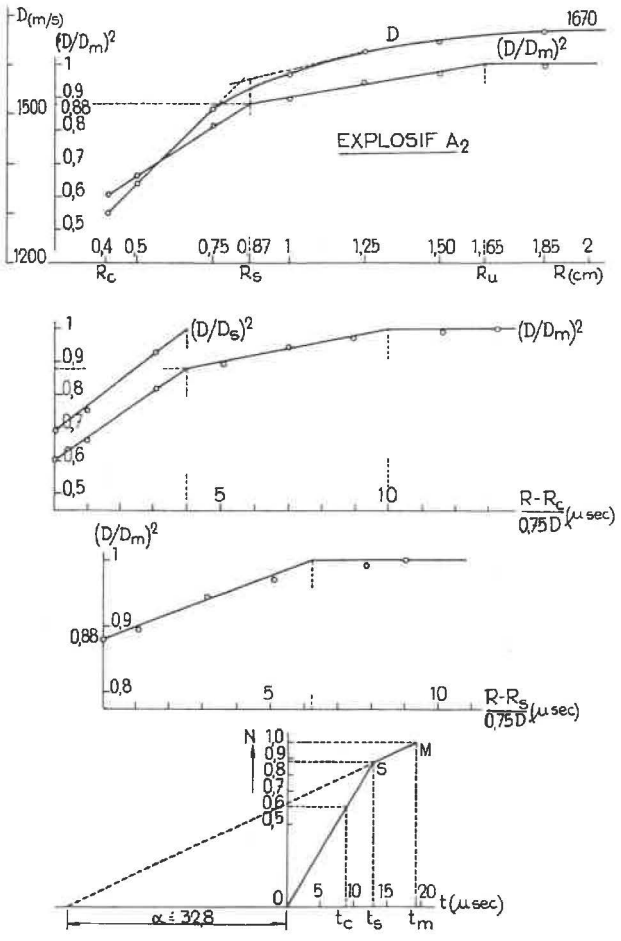


Fig. 7.

Le diamètre critique de détonation est de 8 mm.

L'application de la théorie de la zone de réaction variable (fig. 9) donne lieu aux calculs repris à l'annexe V.

2043. Examen des résultats relatifs à A_2 et A_3.

Par rapport à A_1, A_2 a une courbe de vitesses (fig. 4 et 6) en première approximation décalée de 300 m/s vers les vélocités plus faibles. Par rapport à la bicarbite à 15 % de nitroglycérine, il y a en 30 mm de diamètre une différence de 250 m/s dans le même sens. Pour les diamètres supérieurs à 25 mm, la vélocité n'augmente que peu (de 1625 à 1670 m/s) et — fait étrange dont nous reportons l'examen à la fin du chapitre — le régime de détonation s'établit dans la zone des gros diamètres (supérieurs à 40 mm) à des niveaux inférieurs à celui du palier (en légère déclivité dans le cas présent) de sélectivité. Ce palier peut donc ici être appelé permanent ; il contient la vélocité maximale D_m par disparition de D_i.

Il faut au sensibilisateur $t_s = 13$ microsecondes pour épuiser dans l'onde toutes ses ressources énergétiques (fig. 7). Le régime maximal est rapidement atteint ($R_u = 1{,}65$ cm) et ne nécessite qu'un temps de réaction $t_m = 1{,}5\ t_s$ ($t_m = 19{,}2$ microsecondes). A ce régime, l'apport énergétique dans le délai $t_m - t_s$ ne vaut que 12 % du support de la détonation ($N_m - N_s = 1 - 0{,}88 = 0{,}12$). Le coefficient α appréciable (33 microsecondes) reflète le peu de propension des économiseurs à participer à la réaction primaire.

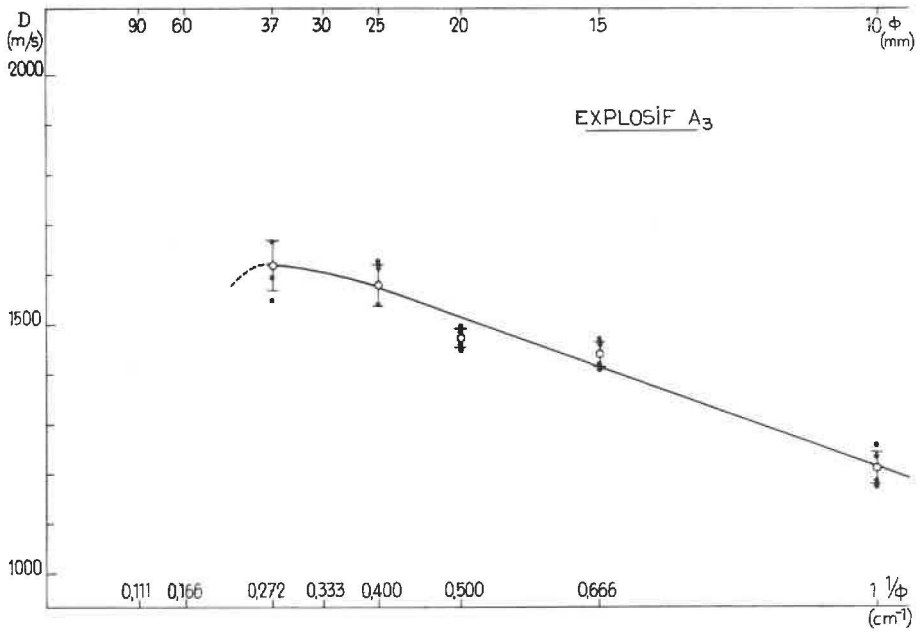


Fig. 8.

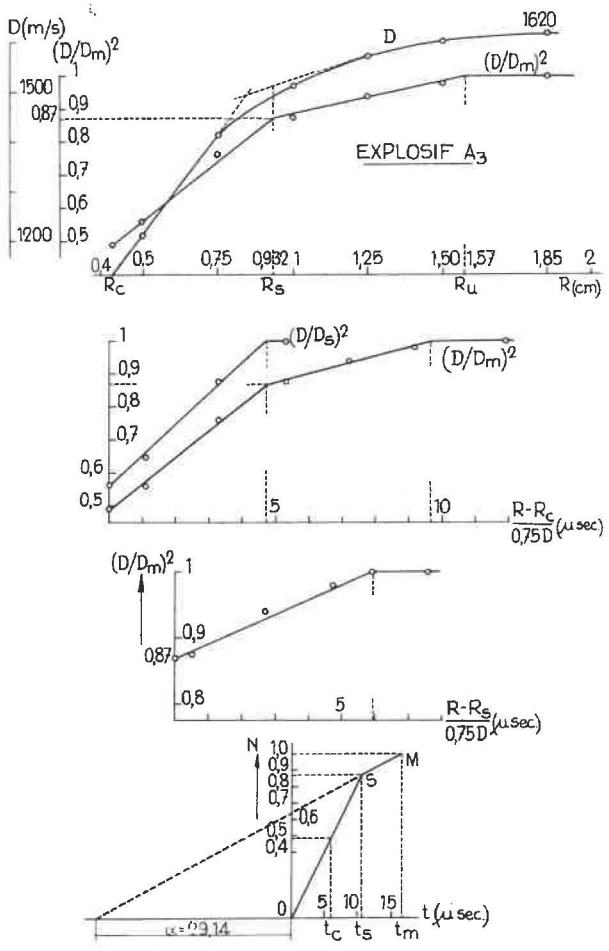


Fig. 9.

Quant à A_3, qui se différencie de A_2 par un taux de nitroglycérine diminué de 0,5 % — cette diminution étant la même que celle qui distingue A_2 de A_1 — il a une courbe $D = f(1/\varnothing)$ analogue à celle de A_2 (fig. 6 et 8) mais dont le palier permanent est, par rapport à A_2, décalé d'environ 50 m/s dans le sens des vélocités inférieures. On est ici loin de la différence de 250 m/s qui existe entre A_1 et A_2.

Dans le cas de A_3, t_s vaut 11 microsecondes (fig. 9). $R_u = 1{,}57$ cm et $t_m = 16{,}5$ microsecondes, soit 1,5 fois t_s. $N_m - N_s = 0{,}13$ et $\alpha = 29$ microsecondes.

Nous voyons ainsi que A_2 et A_3 sont deux explosifs de propriétés très semblables, dont la détonation se distingue considérablement de celle de A_1.

2044. Discussion de la sélectivité des explosifs A_3 et A_2.

Des vitesses de détonation cette fois nettement inférieures à celle de la bicarbite à 15 % de nitroglycérine, l'apparition d'un palier permanent, suggèrent l'idée d'une meilleure sélectivité.

Dans les délais inférieurs au temps de 12 microsecondes en moyenne nécessaire à la nitroglycérine pour se décomposer complètement dans la zone de réaction, il ne doit plus y avoir, comparativement à A_1, qu'une libération d'énergie additionnelle assez limitée, sinon on ne comprendrait pas la chute de vitesse de 300 m/s qui existe entre A_1 et A_2, alors qu'à ce point de vue A_2 et A_3 se différencient peu l'un de l'autre. En d'autres mots, nous avons diminué la chaleur d'explosion du sensibilisateur

chaque fois de 5 %, pour passer de A_1 à A_2 puis de A_2 à A_3 sucessivement, et on enregistre bien deux affaiblissements successifs du régime détonant, mais le premier très important et le second peu marqué. Il s'ensuit que les apports additionnels d'énergie primaire ont été fort amoindris par la première réduction, la seconde n'apportant plus qu'un léger effet cumulatif. Il est donc inutile de diminuer encore le taux de nitroglycérine en vue d'améliorer la sélectivité. Sans doute le nitrate n'est-il plus à ce stade assez profondément activé pour oxyder tout l'additif combustible, qui, quoique lui-même activé, reste provisoirement en partie disponible sans trouver à se combiner dans la zone de réaction (défaut d'un des partenaires). Au régime maximal de détonation, les économiseurs ne peuvent déjà plus apporter que 12,5 % en moyenne de la chaleur effective de détonation après que la nitroglycérine se soit complètement décomposée. Pendant cette dernière décomposition, il y a aussi collaboration synchrone des économiseurs, mais de façon limitée pour que, dans le considérable disponible énergétique que constitue le couple salin complété par les additifs combustibles, l'activation momentanée soit quantitativement restreinte et qu'il se trouve ainsi moins de groupes activés prêts à réagir dans l'onde ; d'où, dans l'intervalle de temps $t_m - t_s$, les économiseurs ne dégageront plus que 12,5 % de l'énergie totale de détonation et pas davantage.

Nous entrevoyons ainsi une liaison de cinétique chimique entre la libération d'énergie dans le temps t_s, d'une part, et celle qui en découle dans le délai $t_m - t_s$ d'autre part. Dans la zone de réaction, les deux phases se succédant au temps t_s sont interdépendantes, et un taux $(N_m - N_s)$ réduit signifie pour N_s une valeur absolue proche des seules ressources énergétiques de la nitroglycérine. A_2 et A_3 sont donc nettement plus sélectifs que A_1, mais à ce point de vue ne se distinguent pas l'un de l'autre.

205. Quatrième explosif expérimental.

En application de la seconde possibilité (cf. 2033), l'explosif B_1 est analogue à A_1, sauf que l'additif u est exclu de la formule en même temps que les teneurs en additifs v et w sont remaniées (majoration de x_2 et diminution de x_3). Nous avons ainsi :

nitroglycéroglycol 70/30				10.0
nitrate de sodium				54.0
chlorure d'ammonium				33.75
additifs hydrofuges	v w	x_4 x_5	$x_4 + x_5 =$	2,25
				100,0

Densité d'encartouchage $\Delta = 1{,}2$ g/cm^3

Surface spécifique des sels SS = 4.200 ± 400 cm^2/g

On remarque que les sels de B_1 sont un peu plus fins que ceux des explosifs du groupe A. Ceci doit, comme on l'a vu (cf. 2022) et comme nous le montrerons, influer sur les vitesses de détonation, dans le sens d'une diminution.

Provisoirement, nous négligeons l'effet éventuel de la granulométrie sur la sélectivité.

2051. Résultats expérimentaux relatifs à B_1.

Le tableau VII contient les résultats de mesure des vitesses de détonation.

TABLEAU VII.

Diamètre ∅ de la charge	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	37 mm	90 mm
Vitesses mesurées (m/s)	1278	1447	1457	1575	1666	1506
	1278	1437	1484	1538	1530	1445
	1307	1405	1474	1550	1578	1506
	1345	1420	1533	1574	1530	
	1267	1470	1474	1538	1612	
Moyenne	1295	1436	1484	1555	1583	1486
1,65 σ	25	19	23	15	32	27

En procédant comme pour les explosifs A_2 et A_3, c'est-à-dire en négligeant provisoirement les résultats obtenus pour des diamètres supérieurs à 40 mm (très gros diamètres), nous traçons avec précision le diagramme de D en fonction de $1/\varnothing$ pour les abscisses comprises entre 0,25 et 1 cm^{-1} (fig. 10). L'explosif B_1 possède les vitesses caractéristiques ci-après :

TABLEAU VIII.

Ø mm	10	15	20	25	30	37
Vitesse	1273	1430	1507	1550	1565	1570

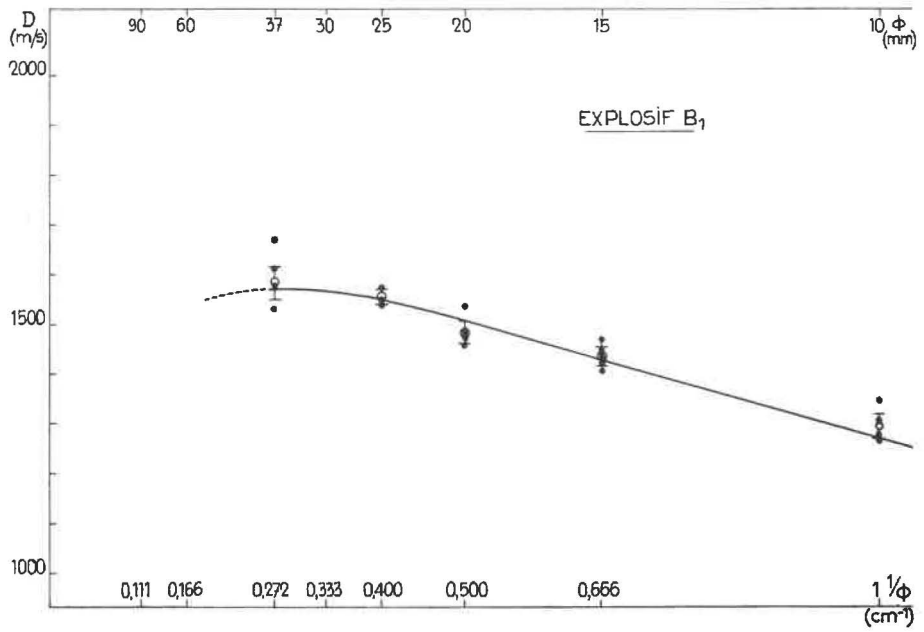


Fig. 10.

L'expérience montre qu'en diamètre de 6 mm, il y a encore détonation en régime stable (vérifiée par enregistrement au miroir tournant). Faute de pouvoir réaliser pratiquement des charges plus minces, nous supposons un diamètre critique de 5 mm.

L'application de la théorie de la zone de réaction variable (fig. 11) donne lieu aux calculs repris à l'annexe VI.

2052. Examen des résultats relatifs à B_1.

Quoique basé sur un taux de 10 % de nitroglycérine, l'explosif B_1 a une courbe de vitesses $D = f(1/\varnothing)$ du même type que A_2 et A_3 : palier permanent de sélectivité et disparition de D_i. Il ne s'apparente donc aucunement à A_1.

Il faut au sensibilisateur $t_s = 12{,}4$ microsecondes pour épuiser dans l'onde toutes ses ressources énergétiques. Le régime maximal est rapidement atteint ($R_u = 1{,}5$ cm) et ne nécessite qu'un temps de réaction $t_m = 1{,}4\ t_s$ ($t_m = 17{,}7$ microsecondes).

A ce régime, l'apport énergétique dans le délai $t_m - t_s$ ne vaut que 9 % du support de la détonation ($N_m - N_s = 1 - 0{,}01 = 0{,}09$). Le coefficient α est élevé (41 microsecondes).

Les deux diagrammes (fig. 10 et 11) mènent à des conclusions de même nature, qui laissent augurer une bonne sélectivité.

2053. Discussion de la sélectivité de l'explosif B_1.

Abstraction faite de l'effet physique d'une granulométrie plus fine que dans le cas des explosifs du groupe A, nous constatons, pour un taux de nitroglycérine égal à celui de A_1, une gamme de vitesses basses décalée de 400 m/s vers les vélocités inférieures (fig. 4 et 10). Pour les diamètres supérieurs à 25 mm, la vélocité n'augmente que dans une me-

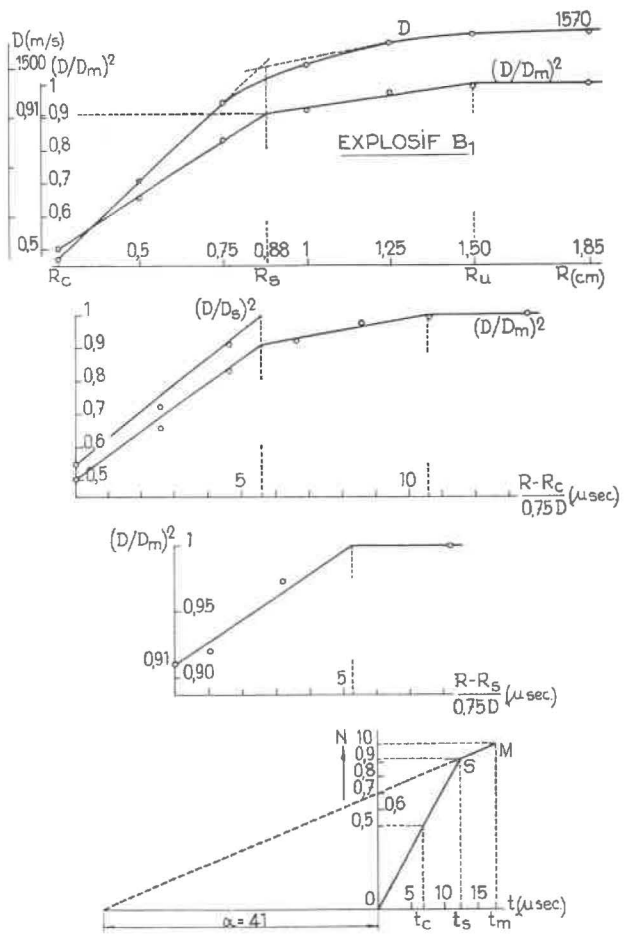


Fig. 11.

sure insignifiante (de 1550 à 1570 m/s), et il y a un palier permanent de sélectivité.

Sans avoir modifié le taux de sensibilisateur, fixé à 10 % comme dans la formule de A_1, nous enregistrons, par la simple exclusion de l'additif *u*, une baisse du régime détonant comparable à celle qui distingue A_2 de A_1. Cette baisse comporte évidemment une composante physique due à la granulométrie plus fine, composante secondaire dont l'effet éventuel sur la sélectivité est provisoirement négligé.

Pour B_1, les réactions exothermes qui se passent dans le délai de 12,4 microsecondes comportent notamment la décomposition de toute la nitroglycérine et constituent 91 % du support énergétique du plus haut régime de détonation. Le nitrate est assez profondément activé, mais ne peut trouver, en dehors de ses contacts limités avec le chlorure, que des groupes combustibles en nombre réduit par absence de l'additif *u* (défaut d'un partenaire). Dans la réaction primaire, il n'y a, par rapport à la décomposition de la nitroglycérine, qu'une légère collaboration synchrone des sels ; d'où il s'ensuit, après le temps t_s, une disponibilité suffisamment limitée de groupes activés pour que les libérations ultérieures d'énergie dans l'onde se limitent au dixième du dégagement acquis au temps t_s. La liaison de cinétique chimique entrevue au cours de l'étude des explosifs du groupe A, est confirmée par l'examen de la détonation de l'explosif B_1. En dépit de son taux de 10 % de nitroglycérine, ce dernier est plus sélectif que les formules A, même plus que A_3 à 9 % seulement de sensibilisateur. Ce résultat est atteint notamment par l'exclusion de l'additif *u*.

206. Cinquième explosif expérimental.

En recourant simultanément aux deux moyens distingués en conclusion de l'étude de la détonation de A_1 (cf. 2033), c'est-à-dire en réduisant le taux de nitroglycérine de B_1, peut-être serait-il possible d'accroître encore la sélectivité.

Afin d'envisager expérimentalement cette éventualité, l'explosif B_2 est analogue à B_1, sauf que la teneur en nitroglycérine est diminuée de 0,5 %, cette différence étant reportée sur le couple salin. Nous avons ainsi :

nitroglycéroglycol 70/30			9,5
nitrate de sodium			54,35
chlorure d'ammonium			33,9
additifs hydrofuges	v x_4 / w x_5	$x_4 + x_5 =$	2,25
			100,0

Densité d'encartouchage $\Delta = 1{,}2$ g/cm³

Surface spécifique des sels SS = 4.200 ± 400 cm²/g

2061. Résultats expérimentaux relatifs à B_2.

Le tableau IX contient les résultats de mesure des vitesses de détonation.

Les ratés constatés en charge de 90 mm de diamètre sont des arrêts francs de propagation, qui laissent non détonée une partie de la charge de 1 m de longueur.

Négligeant les résultats des tirs en diamètre supérieur à 40 mm, nous traçons avec précision le diagramme de D en fonction de $1/\varnothing$ pour les abscisses comprises entre 0,25 et 1 cm^{-1} (fig. 12). L'explosif B_2 a les vitesses caractéristiques indiquées au tableau X.

Comme pour B_1, nous supposons (cf. 2051) un diamètre critique de 5 mm.

L'application de la théorie de la zone de réaction variable (fig. 13) donne lieu aux calculs repris à l'annexe VII.

TABLEAU IX.

Diamètre Ø de la charge	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	37 mm	90 mm
Vitesses mesurées (m/s)	1060	1309	1345	1439	1456	raté
	1095	1344	1377	1429	1401	raté
	1064	1344	1369	1439	1485	raté
	1111	1366	1411	1399		
Moyenne	1082	1341	1375	1426	1447	
1,65 σ	20	22	23	16	41	

TABLEAU X.

Ø mm	10	15	20	25	30	37
Vitesse	1153	1310	1387	1430	1445	1450

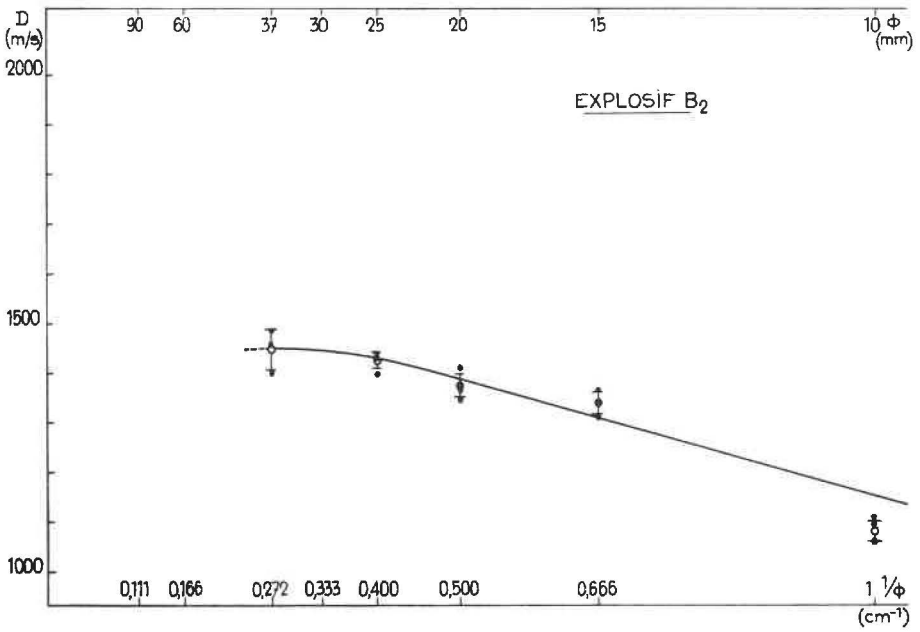


Fig. 12.

2062. Examen des résultats relatifs à B_2.

L'explosif B_2 a la même courbe de vitesses que B_1 (cf. fig. 10 et 12), décalée de 120 m/s vers les vélocités inférieures en raison du taux de sensibilisateur réduit de 5 %.

Les caractéristiques t_s = 13 microsecondes, t_m = 18,5 microsecondes, α = 43 microsecondes, R_u = 1,5 cm et notamment $N_m - N_s$ = 0,09 sont les mêmes que celles de B_1.

2063. Discussion de la sélectivité de l'explosif B_2.

La sélectivité de B_2 est strictement équivalente à celle de B_1. La diminution du taux de sensibilisateur n'a amené à ce point de vue aucun gain. Ceci

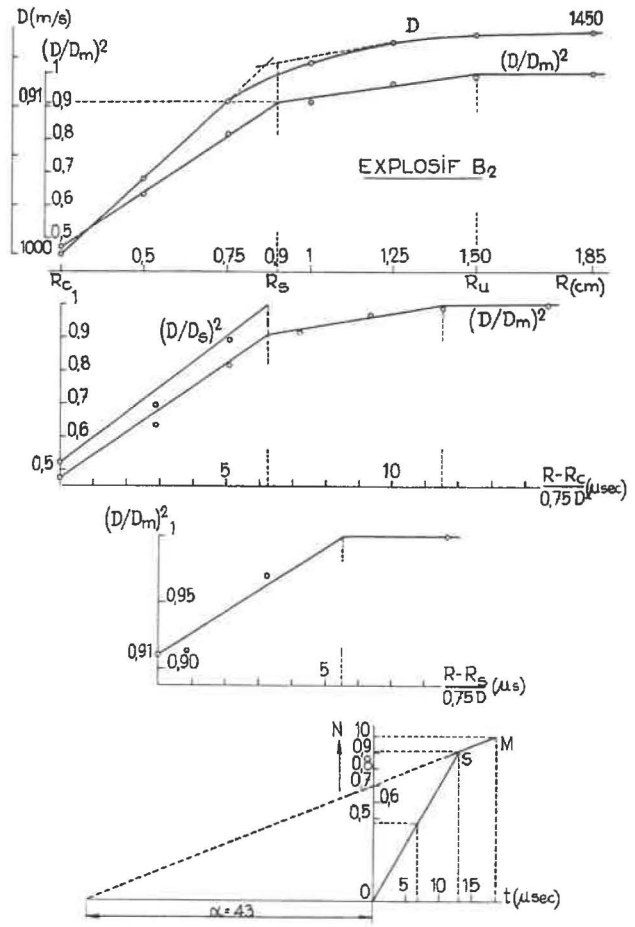


Fig. 13.

confirme que, déjà dans la détonation de l'explosif B à 10 % de nitroglycérine, la collaboration énergétique des sels est minimale et ne peut, par conséquent, être diminuée par une réduction supplémentaire de la source exogène d'activation.

Nous avons ainsi atteint avec les explosifs du groupe B, compte tenu de la présence dans leur formule des additifs v et w aux taux respectifs x_4 et x_5 tels que $x_4 + x_5 = 2{,}25$ %, le maximum de sélectivité que peut nous donner le système de base à ions échangés lorsque le nitrate alcalin est le sel de sodium. Il ne peut être question de diminuer le taux x_4 du combustible v (10) pour des raisons de conservation de l'explosif (cf. 2023). Dans ces conditions, nous avons la sélectivité maximale pratique compatible avec la présence de l'additif v au taux x_4.

207. Sixième explosif expérimental.

Il s'agit d'une formule analogue à B_2, sauf que le nitrate alcalin est ici le sel de potassium,

nitroglycéroglycol 70/30				9,5
nitrate de potassium				58,25
chlorure d'ammonium				30,0
	v	x_4		
additifs hydrofuges			$x_4 + x_5 =$	2,25
	w	x_5		
				100,0

Densité d'encartouchage $\Delta = 1{,}2$ g/cm³

Surface spécifique des sels SS = 5.000 ± 500 cm²/g

2071. Résultats expérimentaux relatifs à C_1.

En procédant comme pour les explosifs A_2, A_3, B_1 et B_2, c'est-à-dire en négligeant provisoirement les résultats obtenus pour des diamètres supérieurs à 40 mm (très gros diamètres), nous traçons le diagramme de D en fonction de $1/\varnothing$ pour les abscisses comprises entre 0,25 et 1 cm^{-1} (fig. 14), d'où les vitesses réelles suivantes (tableau XII).

En charge de 6 mm de diamètre, il y a encore propagation de la détonation. Nous supposons un diamètre critique de 5 mm. L'application de la théorie de la zone de réaction variable (fig. 15) donne lieu aux calculs repris à l'annexe VIII.

TABLEAU XI.

Diamètre ∅ de la charge	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm	37 mm	90 mm
Vitesses mesurées (m/s)	1351	1256	1586	1428	1388	1485	1351
	1176	1412	1385	1470	1470	1500	1316
	1307	1302	1455	1499	1460	1470	1366
		1344	1402	1428	1438	1470	
Moyenne	1278	1328	1457	1456	1439	1481	1344
1,65 σ	86	56	76	30	30	12	21

TABLEAU XII.

Ø mm	10	15	20	25	30	37
Vitesse	1230	1360	1425	1455	1470	1475

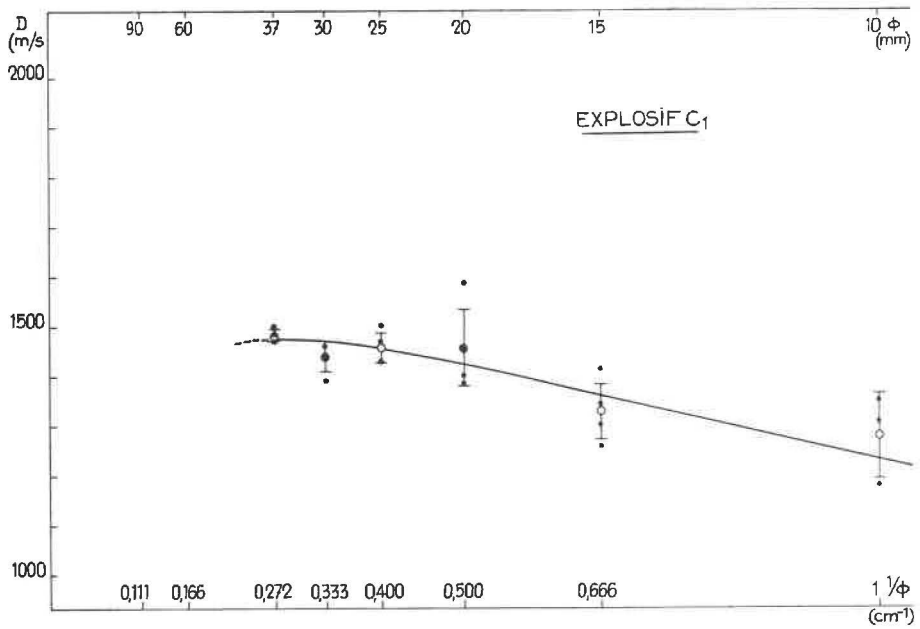


Fig. 14.

2072. Examen des résultats relatif à C_1.

L'explosif C_1 a une courbe de vitesses (cf. fig. 14) particulièrement plate ; entre les abscisses 0,25 et 1 cm^{-1}, la gamme des vélocités ne couvre qu'une variation de 150 m/s, soit environ 10 % du maximum enregistré (1475 m/s).

Il y a un palier permanent de sélectivité presque horizontal à partir du diamètre de 25 mm (1455 m/s) et se raccordant très progressivement à la partie en ligne droite donnant la variation de vélocité en petits diamètres (inférieurs à 25 mm).

Il faut au sensibilisateur 15 microsecondes pour épuiser dans l'onde ses ressources énergétiques. Le régime maximal est rapidement atteint (R_u = 1,5 cm) en un temps $t_m = 1{,}4\ t_s$. A ce régime, l'apport énergétique dans le délai $t_m - t_s$ ne vaut que 7,5 % du support de la détonation ($N_m - N_s = 1 - 0{,}925$).

Le coefficient α élevé (54 microsecondes) rend compte du peu de disposition des sels à collaborer à la détonation.

2073. Discussion de la sélectivité de l'explosif C_1.

Le remplacement du nitrate de sodium par le sel de potassium permet un accroissement de sélectivité.

On sait en effet qu'à volume constant, c'est-à-dire somme toute dans les conditions de haute pression qui sont celles de la zone de réaction, le nitrate de sodium donne une cinétique d'oxydation plus rapide que le nitrate de potassium (enregistrement en fonction du temps de la pression développée en bombe par un phénomène d'oxydation à partir de son déclenchement). Il n'est donc pas étonnant que, dans la détonation de l'explosif au nitrate de potassium, il soit possible de tirer parti d'une cinétique chimique légèrement plus paresseuse.

Nous estimons que, dans le cadre de la mise en œuvre de nos additifs v et w, l'explosif C_1 donne la sélectivité pratique la plus prononcée possible.

208. Septième explosif expérimental.

Il s'agit d'une formule chimiquement identique à celle de C_1 (cf. 207), sauf que les sels sont réglés à une granulométrie plus grosse.

TABLEAU XIII.

Diamètre Ø de la charge	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm	37 mm	90 mm
Vitesses mesurées (m/s)	1266	1428	1494	1493	1503	1530	1389
	1307	1396	1474	1538	1515	1500	raté
	1258	1479	1455	1515	1575	1596	raté
		1358	1484	1493	1480	1500	
Moyenne	1277	1415	1477	1510	1518	1531	
1,65 σ	25	41	16	18	43	50	

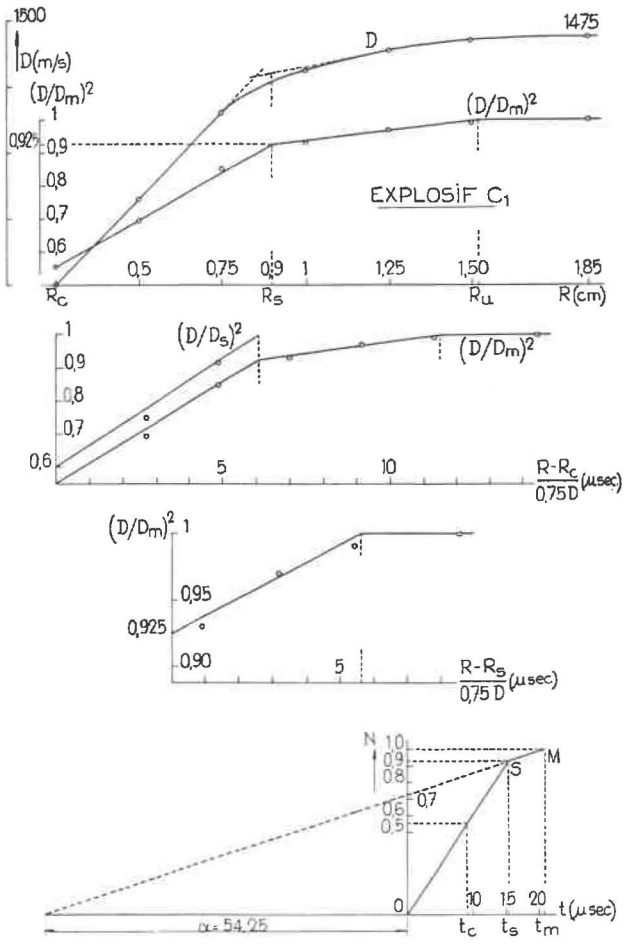


Fig. 15.

La surface spécifique des sels de l'explosif C_2 est en effet de SS = 3.000 ± 400 cm²/g.

2081. Résultats expérimentaux relatifs à C_2.

Les ratés constatés en charge de 90 mm de diamètre sont des arrêts francs de propagation, qui laissent non détonée une partie de la charge de 1 m de longueur. Comme précédemment, nous traçons le diagramme de D en fonction de 1/Ø pour les abscisses comprises entre 0,25 et 1 cm^{-1} (fig. 16), d'où les vitesses caractéristiques suivantes (tableau 14).

Nous supposons un diamètre critique de 5 mm.

L'application de la théorie de la zone de réaction variable (fig. 17) donne lieu au calculs repris à l'annexe IX.

2082. Examen des résultats relatifs à C_2.

L'explosif C_2 a une courbe de vitesses (cf. fig. 16) parallèle à celle de C_1 et décalée de 55 m/s vers les vélocités supérieures. Il y a pour le surplus identité des diverses caractéristiques.

Cette identité se conserve en ce qui concerne les résultats fournis par l'application de la théorie de la zone de réaction variable (t_s = 15 microsecondes, t_m = 1,4 . t_s, R_u = 1,5 cm, N_m — N_s = 0,075, α = 54 microsecondes).

TABLEAU XIV.

Ø mm	10	15	20	25	30	37
Vitesse	1285	1415	1480	1510	1525	1530

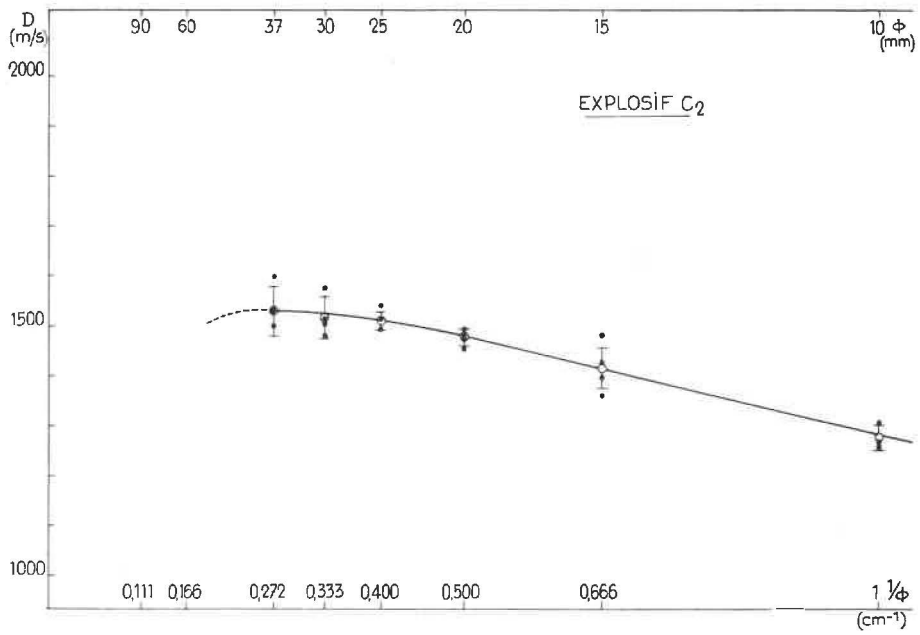


Fig. 16.

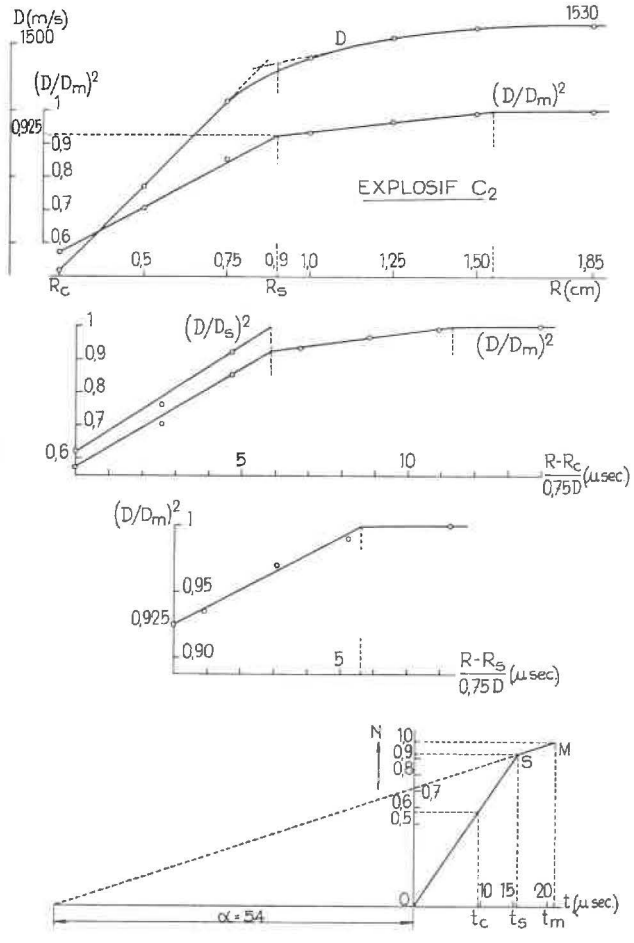


Fig. 17.

2083. Discussion de la sélectivité de l'explosif C_2.

L'explosif C_2 présente une sélectivité identique à celle de l'explosif C_1.

La différenciation physique des deux formules n'a donc eu aucun effet sur cette caractéristique de la détonation.

209. Huitième explosif expérimental

Sans rien changer à la composition chimique de C_1, plaçons-nous maintenant, avec l'explosif C_3, dans des conditions de granulométrie encore plus grossière, obtenues par une surface spécifique des sels de SS = 2.000 ± 400 cm²/g.

2091. Résultats expérimentaux relatifs à C_3.

Négligeant toujours provisoirement les résultats obtenus pour des diamètres supérieurs à 40 mm (très gros diamètres), nous traçons le diagramme de D en fonction de $1/\varnothing$ pour les abscisses comprises entre 0,25 et 1 cm^{-1} (fig. 18), d'où les vitesses caractéristiques suivantes (tableau XVI).

Comme il y a propagation de la détonation en charge de 6 mm de diamètre, nous supposons encore une fois un diamètre critique de 5 mm. L'application de la théorie de la zone de réaction variable (fig. 19) donne lieu aux calculs repris à l'annexe X.

2092. Examen des résultats relatifs à C_3.

L'explosif C_3 a une courbe de vitesses (cf. fig. 18) parallèle à celles de C_1 et C_2 et décalée, par rapport à C_1, de 145 m/s vers les vélocités supérieures.

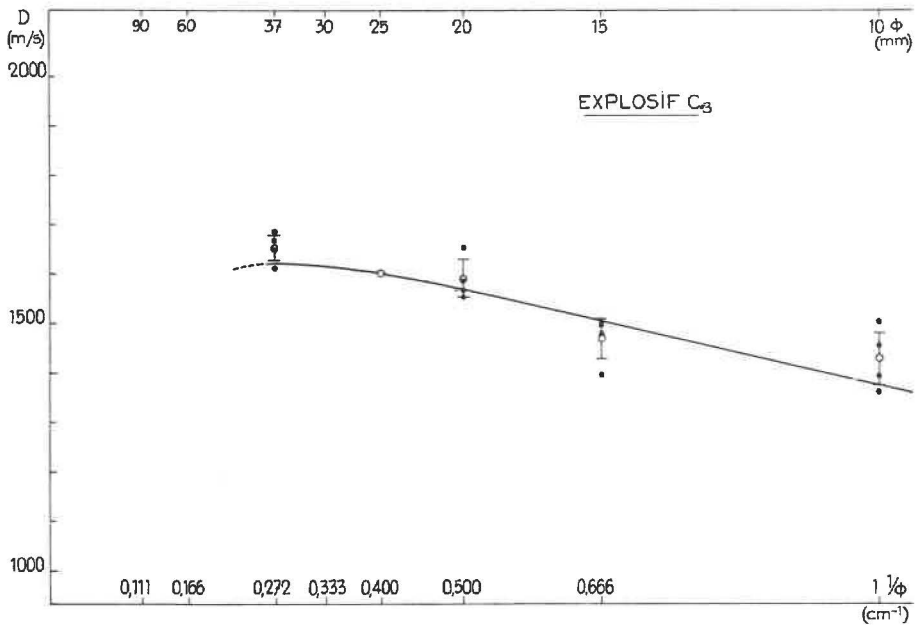


Fig. 18.

TABLEAU XV.

Diamètre Ø de la charge	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	37 mm	90 mm
Vitesses mesurées (m/s)	1455	1497	1554	1600	1612	1389
	1361	1396	1586	1600	1685	1196
	1503	1479	1654	1600	1648	1295
	1393	1497	1565	1600	1666	
Moyenne	1428	1467	1590	1600	1652	1293
1,65 σ	53	40	37	0	26	97

TABLEAU XVI.

Ø mm	10	15	20	25	30	37
Vitesse	1375	1505	1570	1600	1615	1620

Il y a pour le surplus identité complète des diverses caractéristiques, y compris dans les résultats fournis par l'application de la théorie de la zone de réaction variable (t_s = 14 microsecondes, t_m = 1,4 . t_s, R_u = 1,5 cm, N_m — N_s = 0,07, α = 60 microsecondes).

2093. Discussion de la sélectivité de l'explosif C_3.

C_3 présente une sélectivité identique à celles de C_1 et C_2. Il se confirme ainsi que les variations granulométriques des sels n'affectent pas cette caractéristique de la détonation dans le groupe C de com-

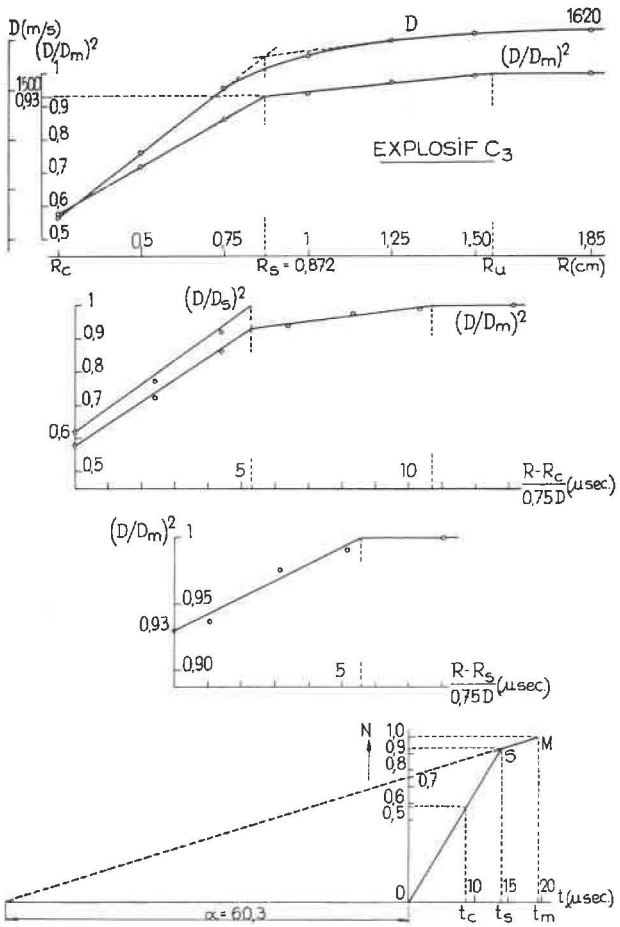


Fig. 19.

position chimique fixe ; le support énergétique de la détonation change de valeur absolue d'une formule à l'autre, mais la collaboration des constituants solides de l'explosif représente quantitativement un pourcentage fixe de l'énergie libérée dans l'onde.

210. Neuvième explosif expérimental.

Pour compléter l'étude des effets dus aux variations granulométriques, nous avons examiné la détonation d'un explosif A_{1b} ayant la même composition chimique que A_1, mais la granulométrie du groupe B :

nitroglycéroglycol 70/30				10,0
nitrate de sodium				53,7
chlorure d'ammonium				33,3
additifs hydrofuges	u	x_1	$x_1 + x_2 + x_3 =$	3,0
	v	x_2		
	w	x_3		
				100,0

Densité d'encartouchage $\Delta = 1{,}2$ g/cm³

Surface spécifique des sels SS = 4200 ± 400 cm²/g

2101. Résultats expérimentaux relatifs à A_{1b}.

Nous nous sommes contentés de répérer par la méthode Dautriche la vitesse de détonation à l'air libre de charges ayant les unes 30 mm de diamètre, les autres 60 mm. Les résultats sont les suivants :

— pour ∅ = 30 mm, D = 1750 m/s (moyenne des mesures comprises entre 1728 et 1776 m/s),

— pour ∅ = 60 mm, D = 1800 m/s (moyenne de mesures comprises entre 1790 et 1805 m/s).

2102. Examen des résultst relatifs à A_{1b} et de sa sélectivité.

Nous constatons, par rapport à A_1, l'abaissement du palier de sélectivité de 1970 à 1750 m/s, valeur à laquelle il s'établit de façon non plus transitoire mais quasi-permanente : en effet, le domaine des gros diamètres se caractérise par des vitesses de détonation peu supérieures à celles du palier (pour A_{1b} : $D_{60\ mm} - D_{30\ mm} = 50$ m/s), tandis que A_1 montrait un relèvement nettement plus accentué : $D_{60\ mm} - D_{30\ mm} = 130$ m/s.

La détonation de A_{1b} se situe entre celles de A_1 et A_2, mais s'apparente plutôt à la seconde en raison du fait que le régime maximal s'établit modérément au-dessus du niveau du palier. A_{1b} peut donc se réclamer d'une sélectivité déjà élevée.

211. Conclusions de l'étude expérimentale et interprétations.

Des considérations préalables nous ont permis de distinguer, en fonction de la recherche de la haute sélectivité, les facteurs propres à assurer le contrôle du système à ions échangés et à en préciser les valeurs de départ (cf. 202). Nous avons vu qu'il convenait d'adopter, en première approximation, un taux de sensibilisateur égal à 10 % ; qu'il s'indiquait d'assigner aux sels une granulométrie suffisamment fine, une augmentation de finesse étant susceptible — toutes autres conditions restant égales — de diminuer la vitesse de détonation ; que la mise en œuvre d'additifs hydrofuges était indispensable, la préférence allant à des corps solides plus ou moins combustibles.

C'est au départ de ces considérations préalables que nous avons développé une expérimentation dont voici les conclusions :

1°) les constituants solides collaborent partiellement à l'élaboration du support énergétique de la détonation ;

2°) cette collaboration comporte d'abord une production d'énergie libérée en même temps que celle du sensibilisateur (endéans le temps t_s), ensuite une libération ultérieure (dans le délai $t_m - t_s$) ;

3°) si la seconde libération additionnelle (dans le délai $t_m - t_s$) se limite à moins de 15 % du support

énergétique de l'onde, le régime maximal de détonation est atteint dans les diamètres moyens (25 à 40 mm) et une baisse de régime pouvant aller jusqu'au raté de détonation se manifeste dans le domaine des gros diamètres (supérieurs à 40 mm) ;

4°) pour une texture fixe des composants solides, les taux de sensibilisateur et d'additifs combustibles, ainsi que les potentiels d'oxydation respectifs de ces derniers, déterminent par leur ensemble les libérations additionnelles d'énergie ;

5°) pour une texture fixe des constituants solides, des limitations très strictes des libérations additionnelles (donc une haute sélectivité) peuvent être obtenues, soit en diminuant le taux de sensibilisateur en dessous de 10 %, soit en excluant de la formule les additifs à haut potentiel d'oxydation ;

6°) les deux moyens de limitation stricte des libérations additionnelles cités au 5° ci-dessus, n'ont pas d'action cumulative ;

7°) une légère limitation complémentaire peut être acquise par la mise en œuvre de nitrate de potassium en lieu et place de nitrate de sodium ;

8°) une augmentation de la surface spécifique des sels (sels plus fins), toutes autres conditions restant égales, détermine dans tous les diamètres une baisse généralisée de la vitesse de détonation ;

9°) une formule dont la structure chimique est, compte tenu du 5° ci-dessus, relativement peu favorable à une limitation stricte des libérations additionnelles, peut être rendue nettement plus sélective grâce à une augmentation de la surface spécifique des sels (cf. explosifs A_1 et A_{1b}) ;

10°) une formule dont la structure chimique est favorable à une limitation stricte des libérations additionnelles, conserve une sélectivité constante (même valeur relative de la seconde libération additionnelle par rapport au support énergétique de l'onde) dans une large gamme de régimes détonants obtenus par divers réglages granulométriques (cf. explosifs du groupe C).

Nous ne résistons pas à la tentation de vouloir, soit expliciter les causes des effets constatés, soit également de tirer, des conclusions expérimentales, certaines conséquences sur les mécanismes intimes de l'explosion.

2111. Réflexions sur les libérations additionnelles d'énergie.

Tout au long de l'étude expérimentale, nous avons discerné une liaison de cinétique chimique entre les deux libérations additionnelles d'énergie qui, dans l'onde de détonation, s'ajoutent successivement à la libération principale due à la nitroglycérine.

21111. Lorsque la première libération additionnelle (endéans le temps t_s) est élevée — ce que l'on reconnaît à une vitesse de détonation en 20 mm de diamètre atteignant 1900 m/s (cf. A_1) —, il s'ensuit que la seconde (dans le délai $t_m - t_s$) peut atteindre 0,3 N de telle sorte que, dans le domaine des gros diamètres (supérieurs à 40 mm), les vitesses de l'onde s'établissent au-dessus des valeurs caractérisant le palier de sélectivité (le palier débute dans tous les cas vers le diamètre 20 mm).

Une gamme de régimes détonants telle que celle de l'explosif A_1 implique, au point de vue des réactions chimiques accompagnant le front d'onde, des processus d'activations en chaîne utiles à la détonation. Le nitrate, qui est le seul porteur d'oxygène parmi les économiseurs, revêt une importance particulière. C'est au niveau de la surface de ses grains que naissent les groupes comburants à partir de la sollicitation calorifique due à la décomposition exotherme de la nitroglycérine. Si la combinaison de ces groupes avec les combustibles disponibles est suffisamment rapide, les premières réactions exothermes ayant lieu dans l'onde à partir des solides déclenchent aussi suffisamment tôt de nouvelles activations profitables à la détonation, et ainsi de suite jusqu'à la fin du délai t_m. Les réactions plus tardives issues des activations acquises au temps t_m, ne collaborent plus à l'entretien de l'écoulement supersonique. Si la détonation a lieu à l'air libre, la détente latérale sépare le comburant du combustible tout en refroidissant et diluant la phase gazeuse. Si l'explosion se passe à volume constant, les activations acquises au temps t_m servent à la gazéification vive de la masse solide restante, pour arriver à la pleine utilisation du niveau d'énergie de la formule (cf. aussi 213).

21112. Lorsque la première libération additionnelle est assez limitée — la vitesse de détonation en diamètre 20 mm marquant alors le début d'un palier situé par exemple vers 1600 m/s (cf. A_2) —, la seconde ne procède alors que d'activations en chaîne beaucoup plus limitée, et ce d'autant plus que le palier de sélectivité se situe à un niveau bas (entre 1400 et 1600 m/s pour A_2 et les explosifs des groupes B et C). On constate alors, en gros diamètres (supérieurs à 40 mm), des régimes inférieurs à ceux compris dans le palier de sélectivité (diamètres de 20 à 40 mm).

Il peut aussi exister en gros diamètres des régimes à peine supérieurs à ceux du palier, comme c'est le cas pour A_{1b} : sélectivité quasi-permanente, intermédiaire entre la sélectivité transitoire de A_1 et la sélectivité permanente de toutes les autres formules. Mais il faut pour cela que la vitesse de détonation dans le palier approche ou même dépasse les 1700 m/s.

On constate ainsi l'importance de la cinétique chimique des réactions ayant cours dans l'onde à l'intervention des solides.

21113. A quelle réalité physico-chimique correspond dès lors le palier de sélectivité, pour que les

vitesses qui le caractérisent puissent définir la gamme complète des régimes détonants ?

Nous allons montrer qu'il s'agit d'un niveau d'énergie, non pas celui de la formule complète ainsi qu'on l'entend généralement, mais bien d'un niveau partiel constitué par les produits impliqués dans la réaction primaire : sensibilisateur et une partie des économiseurs ; lequel niveau partiel peut être réglé chimiquement et même physiquement, de la même manière que le niveau global d'un explosif de sûreté classique contenant un sel inerte.

L'étude expérimentale sur les explosifs des groupes A et B contient le principal des possibilités de réglage chimique. On constate que, coincés entre la nitroglycérine et la masse des sels, les additifs sont activés dans leur entièreté dès les premiers moments de la décomposition, au contact même du nitrate.

A 10 % de nitroglycérine, il y a saturation dans l'onde de tout le potentiel d'oxydation des additifs, même s'il est relativement élevé ; à moins de 10 %, l'activation du nitrate peut ne plus être assez profonde pour arriver à ce résultat. A 10 % de nitroglycérine et pour des additifs ayant au total un bas potentiel d'oxydation, celui-ci est saturé avec production proportionnée d'énergie, mais des groupes comburants restent disponibles. Ces deux possibilités de réglage ne peuvent évidemment avoir d'action cumulative. Elles sont chacune à même de déterminer l'accès à la sélectivité permanente à partir d'une formule qui n'est encore capable que de sélectivité transitoire. Ceci signifie entre autres qu'au cours des réactions qui ont lieu dans l'onde à la surface des solides, le chlorure en arrive, par le passage à la sélectivité permanente, à être concerné au minimum, à l'opposé des cas où la détonation peut se nourrir d'activations en chaînes longues.

Indépendamment de tout réglage chimique, la comparaison de A_1 et A_{1b} montre que l'évolution vers la sélectivité permanente peut aussi être déterminée par un affinage des constituants salins. Dans ce cas, le niveau d'énergie partiel est diminué non plus par l'exclusion d'un des partenaires de position privilégiée, comme ci-avant, mais par un effet physique qui consiste en une plus forte absorption de chaleur latente par la partie solide qui ne se décompose pas dans l'onde [17]. Au point de vue de la détonation, cette partie se comporte comme de l'inerte, et reste d'ailleurs telle si l'explosion se passe hors confinement. Comme la décomposition de la nitroglycérine ne déclenche le franchissement de la phase endotherme d'activation qu'en surface des grains, la profondeur activée varie, pour une composition donnée, en raison inverse de la surface spécifique des sels, et le gradient de température au sein des noyaux non activés mais simplement échauffés est modifié par la même occasion.

L'effet du réglage physique sur le niveau partiel d'énergie se manifeste aussi pour les formules préalablement réglées chimiquement en vue d'une haute sélectivité ; l'affinage de plus en plus poussé des grains salins détermine une baisse constante de niveau, mais sans augmentation de la sélectivité déjà atteinte chimiquement, de sorte que les deux procédés n'ont plus d'action cumulative à partir d'un certain degré de sélectivité (cf. explosifs du groupe C). Néanmoins, avant l'apparition d'une telle limite, il y a interférence des réglages physique et chimique, ainsi qu'en témoignent les résultats obtenus en recourant à l'un et à l'autre procédé soit indépendamment, soit concurremment.

2112. Réglage granulométrique d'un explosif chimiquement très sélectif.

Rappelons d'abord les résultats de Taylor relativement à la bicarbite, dont le sel ne peut participer positivement au bilan énergétique de la réaction explosive [14]. A partir d'une surface spécifique SS = 140 cm^2/g du sel inerte, toute augmentation de finesse des grains détermine une soustraction accrue de chaleur latente à l'onde et la vitesse de détonation est diminuée. La dégression enregistrée est proportionnelle au logarithme de la surface spécifique.

En se plaçant dans un domaine de dimension des grains correspondant à une bonne dispersion de la nitroglycérine, nous pouvons confirmer un phénomène analogue en expérimentant sur les explosifs à ions échangés. Il s'agit ici aussi d'un contrôle physique de la détonation. Le seul fait de constater que le diagramme des vitesses $D = f(1/\varnothing)$ subit une simple translation (cf. explosifs du groupe C), suffit déjà pour assurer que la sélectivité de la formule est constante. L'application de la théorie de la zone de réaction variable permet d'arriver aux valeurs caractéristiques identiques.

21121. Partant des constatations expérimentales sur la diminution de vitesse de détonation qu'entraîne une augmentation de la surface spécifique des explosifs du groupe C, sans atteinte à la sélectivité, il est aisé de montrer que la baisse de régime implique une plus forte absorption de chaleur latente au détriment de l'onde.

A cet effet, nous allons comparer l'énergie libérée par décomposition chimique à celle utilisée pour supporter la détonation à un régime quelconque, par exemple le régime maximal. A ce régime, la chaleur dégagée dans la zone de réaction vaut

$$Q + q' + q''$$

avec :

Q = chaleur de décomposition de la nitroglycérine, libérée dans le temps t_s ;

q' = première libération additionnelle due au solide, dans le temps t_s ;

q'' = seconde libération additionnelle due au solide, dans le temps $t_m - t_s$.

De cette chaleur totale dégagée par réaction chimique, une fraction

$$K \cdot (Q + q' + q'')$$

ne sert qu'à échauffer le solide ne réagissant pas dans l'onde, solide dont la chaleur spécifique est supposée constante.

Le reste est précisément

$$Q_m = (1 - K) \cdot (Q + q' + q''),$$

qui se décompose en

$$Q_s = (1 - K) \cdot (Q + q')$$

et

$$Q_m - Q_s = (1 - K) \cdot q''$$

Traduisons le fait reconnu expérimentalement que la sélectivité reste constante et égale à k_2 lorsque la surface spécifique SS varie :

$$k_2 = \frac{(1-K) \cdot q''}{(1-K) \cdot (Q+q')} = \frac{q''}{Q+q'}.$$

Q_m s'exprime alors par :

$$Q_m = (1-K) \cdot (Q+q') \cdot (1+k_2)$$

Compte tenu des considérations sur le rôle déterminant des additifs dans les libérations additionnelles d'énergie (cf. 2111), il est logique d'admettre que q' soit une fraction fixe de Q,

soit $$q' = k_1 \cdot Q$$

S'il pouvait ne pas en être ainsi, nous ne verrions pas comment justifier chimiquement la relation ci-dessus

$$q'' = k_2 \cdot (Q + q'),$$

fondée sur l'expérience pure.

L'expression de Q_m devient alors :

$$Q_m = (1-K) \cdot (1+k_1) \cdot (1+k_2) \cdot Q$$

Dans le second membre, tous les facteurs sont fixes sauf K, lequel doit donc varier en sens inverse de Q_m. Une baisse du régime de détonation est ainsi liée à une augmentation de K, c'est-à-dire à une plus forte absorption d'énergie sous forme de chaleur latente. Une telle baisse se manifeste d'autre part, d'après l'expérience, pour toute augmentation de la surface spécifique des sels, sans modification des facteurs réglant la composition de l'explosif. Nous constatons en définitive qu'un affinage plus poussé des constituants salins détermine, pour les explosifs à ions échangés à sélectivité constante, une soustraction accrue de chaleur latente à l'onde de détonation.

21122. Tout se passe donc comme si, par la pensée, on séparait de la partie du solide réagissant dans l'onde, les noyaux des grains assimilés, du point de vue de la détonation, à de la matière inerte. L'enveloppe superficielle détachée du noyau a, dans les explosifs à sélectivité constante, un volume constant égal à SS $\times$ ε, expression dans laquelle SS est la surface spécifique et ε la profondeur d'activation. La relation $SS_1 > SS_2$ entraîne $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$, de sorte que la surface des noyaux inertes se trouve accrue pour deux raisons simultanément. D'où une baisse manifeste de régime détonant, plus sensible peut-être, toutes proportions gardées, que dans le cas d'une bicarbite.

21123. En faisant simplement varier la granulométrie d'une formule donnée, nous disposons du moyen de régler la valeur de l'énergie supportant l'onde de détonation, parce que nous pouvons engranger dans la matière solide ne réagissant pas dans l'onde, une fraction variable de l'énergie chimiquement disponible. Plus la surface du solide assimilable à de l'inerte est élevée, plus le captage d'énergie sous forme de chaleur latente est important. Ce résultat est général puisqu'il a suffi d'un réglage granulométrique adéquat pour transformer A_1 à sélectivité transitoire, en A_{1b} à sélectivité quasi-permanente.

Comme les noyaux salins ne s'échauffent, au passage de la zone de réaction, que sur une faible profondeur à partir de leur surface, la capacité refroidissante du grain est mieux utilisée lorsque la surface spécifique est grande. Il n'est nullement dit que la température à la surface de grains plus fins est plus élevée. Au contraire, par le passage de SS_1 à SS_2 tel que SS_2 soit inférieure à SS_1, il s'établit un équilibre de températures réglé par la relation

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{(T_2)^2}{(T_1)^2} \qquad [13]$$

laquelle, associée au fait que D_1 est inférieure à D_2 (cf. explosifs C), montre qu'il y a dégression dans les températures de surface des grains, parallèlement à celle enregistrée dans les vélocités. *Donc, l'énergie distraite de la détonation grâce à un affinage plus poussé des constituants salins, est engrangée dans les grains plus nombreux à un niveau thermique inférieur.*

21124. Séparant toujours par la pensée, au point de vue de la détonation, les constituants solides en une partie active et un reliquat important non actif, on pourrait appliquer à l'explosif ainsi scindé et détonant à l'air libre, la représentation énergétique suivant le diagramme des termes [8] que donnent

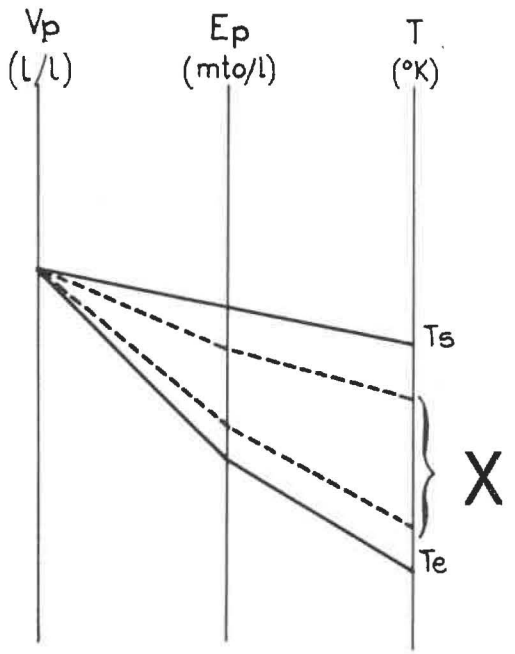


Fig. 20. — Représentation schématique, selon le diagramme des termes de Kuhn et Käufer, du dosage du niveau d'énergie E_p de la réaction primaire d'un explosif à ions échangés, par réglage granulométrique.

T_s : sans échange de chaleur avec la fraction saline inerte.

X : domaine de réglage granulométrique correspondant aux cas réels.

T_e : avec échange complet de chaleur.

Kuhn et Käufer pour un explosif de sûreté classique, contenant de la matière inerte.

Si nous exprimons en litres/litre le volume des fumées dues à la décomposition de la fraction active, nous avons un point unique V_p sur l'axe concerné du nomogramme (fig. 20). La température d'explosion calculée respectivement dans les cas idéaux de l'absence d'échange et de l'échange complet de chaleur avec la fraction inerte, prend deux valeurs extrêmes, la première T_s supérieure à la seconde T_e. Il en est de même du niveau d'énergie de la réaction primaire, que nous avons appelé niveau partiel E_p. Entre les cas extrêmes se placent les cas réels, avec évolution vers la limite inférieure au fur et à mesure que les grains subissent un affinage poussé.

Le graphique représente schématiquement le dosage possible du niveau d'énergie de la réaction primaire d'un explosif à ions échangés grâce à un réglage très fin, car la dimension extrême des grains du couple à ions échangés peut être descendue très bas, loin en dessous de l'ordre de grandeur de 200 microns tolérable pour les centres inertes que constitue le chlorure de sodium dans un explosif classique au nitrate d'ammonium. Cette particularité des explosifs à ions échangés de conserver leur détonabilité nonobstant la dispersion extrême du sensibilisateur, est sans doute due au fait que les « centres inertes » ont leur effet défavorable masqué par les réactions chimiques de surface. La naissance de la décomposition explosive dans une section de la charge ne connaît en fait que peu de centres inertes, il y a seulement entrave en profondeur des réactions commencées à la surface des solides.

212. Vitesses de détonation en gros diamètres.

Pour tous nos explosifs expérimentaux, à l'exclusion de A_1 qui est nettement moins sélectif, nous avons relevé en gros diamètres (supérieurs à 40 mm) des vitesses de détonation inférieures à celle du régime maximal. Ce régime se manifeste généralement dans le domaine des diamètres moyens (25 à 40 mm) et s'étale suivant un palier permanent de sélectivité.

Les régimes inférieurs relevés en gros diamètres ont été confirmés par des campagnes supplémentaires de tirs, en prenant des précautions spéciales pour éviter les éventuels phénomènes de sous-amorçage (l'élément de gros diamètre où s'effectue la mesure, est toujours précédé de sections de diamètres dégressifs jusqu'à 30 mm). Toutefois, ces tirs ont été effectués sur des échantillons de fabrication différents de ceux dont il a été question jusqu'ici, étant donné l'approximation de surface spécifique inhérente à la préparation mécanique des sels.

Nous nous sommes interrogés sur les causes d'un phénomène aussi particulier.

TABLEAU XVII.

Explosif	A_2 en Ø 60 mm	A_3 en Ø 60 mm	B_2 en Ø 60 mm	C_1 (*) en Ø 90 mm	
Vitesses mesurées (m/sec)	1380	1360	1020	1167	1162
	1370	1370	948	1229	1176
	1449	1350	1156	1145	1154
				1140	1124
				1124	1140

(*) En Ø 30 mm, C_1 a une vélocité de 1400 ± 75 m/s.

2121. Considérations préliminaires.

En premier lieu, il convient, croyons-nous, de rappeler une particularité de la détonation des cartouches dont il s'agit.

Dans ses publications déjà citées [3, 4], Ahrens fait remarquer que la tendance à la décomposition incomplète dans la détonation se manifeste aussi de la façon suivante : la zone de réaction ne s'étend pas nécessairement de façon permanente à la section entière de la charge. Le front de détonation n'intéresse souvent qu'un noyau axial suivant lequel il se propage en éclairant de l'intérieur la partie externe non réagissante. De place en place le long de la surface extérieure de la charge, jaillissent des gerbes lumineuses indiquant les parcours dans lesquels le front de décomposition gagne toute la section. Un tel phénomène n'entraîne pas de modifications locales de la vitesse de détonation, qui reste en régime stable défini tout au long de la charge.

On peut se demander si certains explosifs ne peuvent montrer comme caractéristique une loi déterminée d'évolution, le long de la charge, de la grandeur du front de décomposition par rapport à la section des cartouches disposées en file. Nous sommes d'avis que les formules à ions échangés de très haute sélectivité suivent sous ce rapport la loi la plus simple, c'est-à-dire que la section active au point de vue de la détonation est constante et inférieure à la section de la charge sur le pourtour de laquelle, par conséquent, il existe une couronne de matière ne se décomposant pas dans la zone de réaction. Certaines observations occasionnelles faites en cours d'expériences étayent notre opinion. Ainsi par exemple, lorsque nous appliquons à nos explosifs la méthode Dautriche de mesure de la vitesse de détonation selon l'exécution indiquée par le Docteur Sinabell [18], il ne suffit pas de placer les détonateurs captant la détonation simplement par leur fond au contact de la file de cartouches. Contrairement au mode d'emploi préconisé, ces détonateurs spéciaux doivent être insérés à l'intérieur de l'explosif, faute de quoi l'initiant comprimé au fond du tube peut ne pas réagir, et il y a simple déformation mécanique du fond métallique, refoulé vers l'intérieur (fig. 21). Il apparaît un phénomène de défaut quasi systématique de captage, que nous n'avons observé qu'avec les explosifs à ions échangés très sélectifs. Tout se passe comme s'il existait, entre le front de décomposition limité latéralement et l'explosif initiant du détonateur placé contre la cartouche, un coussin de matière inerte suffisant pour empêcher l'initiation. Par contre, si le détonateur est enfoncé dans l'explosif, le fonctionnement est régulier.

Nous n'avons pas trouvé de moyen expérimental simple nous permettant de confirmer ces vues. Sans doute eut-il fallu recourir à la photographie par éclairs de rayons X de l'explosion de charges de gros diamètre, au moyen d'un appareil à grande distance de focalisation, dont nous ne disposons pas.

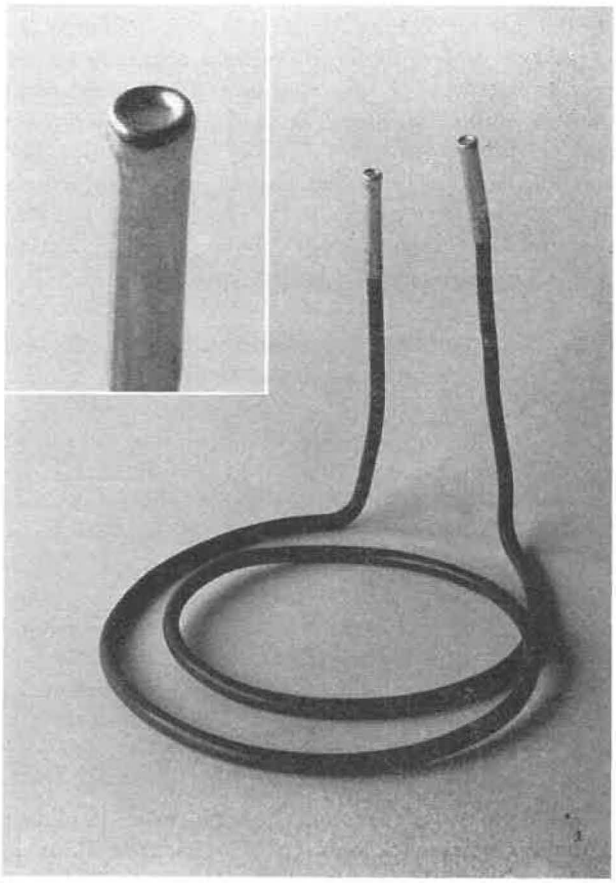


Fig. 21.

Mais le Docteur Roth a étudié la détonation des explosifs de sûreté au moyen du pendule de choc [19], précieux appareil mis au point et développé par ses soins. Il a constaté, en enregistrant les impulsions de choc, que les explosifs à ions échangés à 10 % d'huile explosive ont une détonation sélective et que le pourtour extérieur des cartouches ne participe pas à la détonation (dass eine Randzone nicht mitdetoniert, sondern lediglich als Einschluss wirkt).

Nous voilà ainsi bien renforcés dans notre opinion, de sorte que, jusqu'à preuve du contraire, nous admettons comme établi le fait que le front de la détonation n'occupe pas la section complète de la charge, mais seulement un noyau central de même axe, dit noyau actif.

2122. Considérations sur la propagation de la détonation.

Ainsi que nous le montrerons au chapitre suivant relatif à la transmission de la détonation, l'impulsion de choc d'un explosif à ions échangés très sélectif est réduite, quoique suffisante évidemment pour

initier par microchocs, dans la section sollicitée par le front d'onde, une décomposition à grande vitesse de la nitroglycérine, propre à entretenir l'écoulement supersonique. La propagation de la détonation est assurée, mais l'énergie présente au front de choc ne dépasse pas de beaucoup le minimum requis. Autrement dit, l'impulsion de choc ne doit pas être fort affaiblie pour que l'initiation dans la section sollicitée ne soit amenée à en souffrir.

2123. Mécanisme d'instauration des vitesses basses en gros diamètres.

La loi de variation de la dimension du noyau actif en fonction du diamètre de la charge n'est pas connue. Soit *x le* rayon du noyau et R celui de la charge. Faute d'avoir pu investiguer expérimentalement la question, on peut supposer que x/R décroît lorsque R prend des valeurs de plus en plus grandes. A partir du rayon R_n de la charge, le régime maximal de détonation étant atteint, la vitesse de détonation D_m s'établit à la valeur caractérisant à la fois le palier permanent de sélectivité et le domaine des diamètres moyens.

Suivant une théorie généralement admise [20], l'initiation dans les sections successives de la charge touchées par la détonation se déclenche dans le front de l'onde par microchocs (hot spots theory). Il s'agit d'un effet de compression brutale à l'endroit de points de contact intercristallins, qui se muent en points chauds pour le sensibilisateur. Il faut donc dans le front de choc une densité d'énergie suffisante.

Le palier permanent de sélectivité définissant complètement la détonation, l'impulsion de choc dépend de la dimension du noyau actif et agit sur toute la tranche solide dans la section sollicitée. Si, comme on l'a supposé plus haut, x/R décroît dans le domaine des gros diamètres, on conçoit que l'impulsion spécifique reçue dans le noyau activable de la section sollicitée doive aller en diminuant parallèlement. Comme d'autre part, dans le domaine des diamètres moyens (cf. 2122), l'excédent d'impulsion sur le minimum nécessaire au maintien du régime maximal est relativement faible, il est possible de ne recueillir dans le noyau activable d'une charge de rayon supérieur à 40 mm, qu'une impulsion inférieure au minimum requis, d'où une baisse de régime. La cinétique de décomposition du sensibilisateur dans le front d'onde se ralentit à son départ. Dès que le phénomène se manifeste, toute augmentation subséquente de R l'accuse davantage. A un certain moment, la densité d'énergie dans le noyau activable de la section sollicitée peut être tellement diminuée que l'entretien d'une détonation n'est plus possible ; d'où raté de propagation.

Les vues ci-dessus évoquent un mécanisme capable de déclencher à la fois les phénomènes de la baisse de régime et du raté de détonation constatés en gros diamètres. Nous ne les présentons évidemment que comme une hypothèse de travail pour des investigations expérimentales futures.

213. Vitesses de détonation en confinement.

Les diagrammes $D = f(1/\varnothing)$ montrant un palier permanent de sélectivité, nous font augurer le fait qu'en charge de 30 mm de diamètre par exemple, la vitesse de détonation en confinement sera proche de celle de la charge nue.

Nous nous sommes contentés de vérifier ce fait par quelques tirs de mesure au moyen de la méthode Dautriche, le corps confinant utilisé étant un tube d'acier de diamètre intérieur 31,5 mm et 5 mm d'épaisseur de paroi.

L'explosif C_1 en charge de 30 mm de diamètre donne :

— à l'air libre, 1470 m/s (moyenne de sept enregistrements) ;

— en confinement, 1560 m/s (moyenne de neuf enregistrements).

L'augmentation de vélocité due au confinement n'est donc que de 6 %.

Une telle constatation pourrait à première vue aussi bien être prise comme point de départ pour une étude fondamentale de la détonation parallèle à celle que nous avons développée.

214. Conclusions.

Nous avons montré que la détonation des explosifs à ions échangés se caractérise par un support énergétique réduit si l'on considère le potentiel disponible dans la formule de base. Par rapport au niveau d'énergie global, l'onde ne s'appuie pour son maintien que sur un niveau d'énergie partiel limité chimiquement et physiquement.

La limitation chimique trouve son fondement dans le fait que le système des économiseurs est constitué d'un comburant et de combustibles en molécules séparées et ne peut en conséquence être le siège que de réactions prenant cours à la surface des grains solides. La cinétique de ces réactions se règle par le taux de sensibilisateur liquide, ainsi que par la nature et le taux des combustibles solides placés en position privilégiée (additifs dispersés à la surface des grains salins).

La limitation physique résulte de la localisation des réactions à la surface des économiseurs salins, dont les noyaux se comportent dans l'onde comme des grains inertes opérant des soustractions de chaleur latente par conduction et compression. L'importance de l'effet refroidissant est liée à la grandeur

de la surface des noyaux considérés, partant à celle des constituants salins.

La mise en œuvre des limitations physique et chimique, en accentuant l'une et l'autre soit indépendamment soit concurremment, permet d'atteindre une haute sélectivité qui se manifeste par l'apparition du régime maximal de détonation dans le domaine des diamètres moyens (25 à 40 mm), domaine correspondant alors à un palier permanent de sélectivité, ainsi que nous l'avons appelé. Le palier de toute formule sélective se caractérise par une vitesse de détonation en rapport direct avec une valeur déterminée du niveau d'énergie partiel, réglable physiquement par appropriation granulométrique des constituants salins.

En définitive, nous pouvons classer comparativement les niveaux d'énergie partiels par simple repérage de la vitesse de détonation dans le palier permanent de sélectivité et, inversement, nous pouvons fixer le niveau d'énergie partiel supportant l'onde en recourant au réglage adéquat de la vitesse en 30 mm de diamètre.

La figure 22 donne une vue d'ensemble des schémas relatifs à la détonation des diverses formules que nous avons expérimentées. On se rend compte que le passage de la sélectivité transitoire révélée par l'explosif A_1, à la sélectivité permanente qui caractérise A_2 et A_3 ainsi que les explosifs des groupes B et C, s'obtient par un abaissement approprié du niveau partiel d'énergie, décelable à une limitation de plus en plus stricte de la vitesse de détonation dans le palier. La sélectivité permanente proprement dite n'apparaît qu'en deçà d'une limite supérieure du niveau partiel, repérée par une vitesse de détonation en 30 mm de diamètre de l'ordre de 1700 m/s. Une zone de transition comprend les formules à sélectivité quasi permanente, parmi lesquelles A_{1b}, explosif cependant fort sélectif en raison du fait que la détonation en 30 mm de diamètre est très voisine du régime maximal. Cette zone s'inscrit selon toute vraisemblance entre les niveaux partiels repérés par les vitesses de 1700 et 1900 m/s.

Remarque : Il est bien entendu que nos conclusions ne s'appliquent qu'au seul type de formules

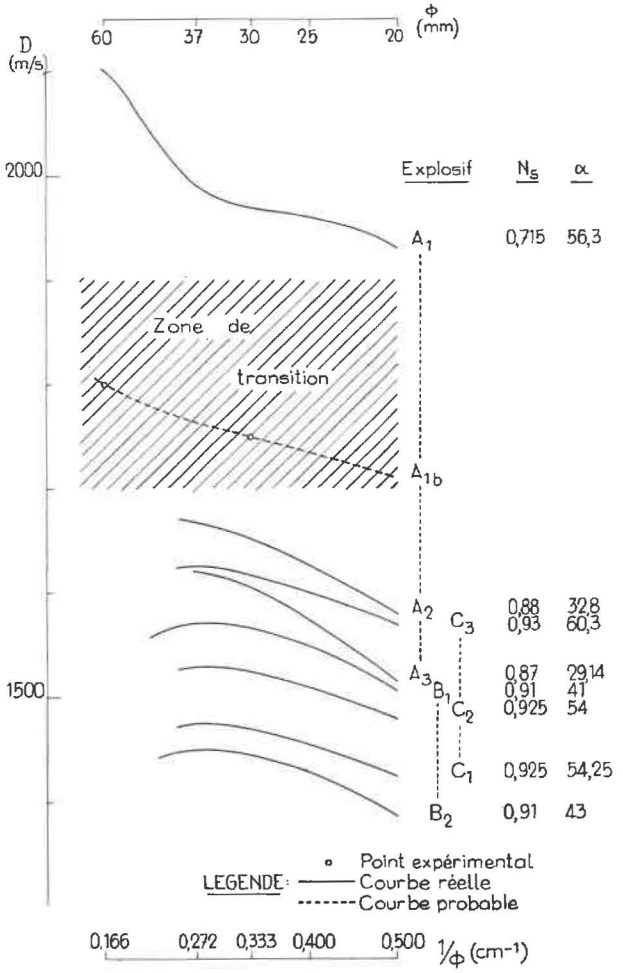


Fig. 22.

étudié, c'est-à-dire aux explosifs à ions échangés conçus pour atteindre à la haute sélectivité (cf. 2021). Elles ne doivent pas être étendues, par exemple, aux explosifs à ions échangés à plus de dix pour cent de nitroglycérine, car une formule à 12 % pourrait fort bien détoner à l'air libre, à une vitesse en 30 mm de diamètre comprise entre 1600 et 1700 m/s, et manifester néanmoins un fort relèvement du régime détonant dans les diamètres supérieurs (de même qu'en confinement).

(à suivre)

ANNEXE I

Surface spécifique des sels à ions échangés

La préparation granulométrique du chlorure et du nitrate alcalin se fait suivant un processus bien déterminé.

Le chlorure d'ammonium est toujours mis en œuvre dans une granulométrie relativement grossière, dont témoigne par exemple l'analyse suivante, établie au moyen des tamis normalisés de la série ASTM (tableau I).

TABLEAU I.

Numéro du tamis	Ouverture de maille (microns)	Refus % poids
40	420	0,2
50	297	0,4
60	250	2,8
70	210	11,6
80	179	8,7
100	149	13,5
120	125	9,0
140	105	17,3
170	88	5,5
200	74	12,2
230	62	5,8
270	53	5,8
325	44	2,0

Le passant au tamis 325 ne dépasse 5 % dans aucun cas. Il faut toutefois remarquer que la forme cristalline du chlorure (bâtonnets) se prête mal au classement sur tamis fins. Néanmoins, les répartitions granulométriques confirment généralement que ce sel se trouve en grains assez grossiers. La mesure de la surface spécifique par la méthode B E T (adsorption d'azote en couche monomoléculaire à la surface des cristaux) ne donne pas de résultats satisfaisants, car la tension de vapeur du chlorure d'ammonium n'est pas négligeable, éventuellement même à 0° C.

C'est pourquoi, compte tenu aussi du peu de finesse, nous nous contentons de l'analyse granulométrique et appliquons un calcul très approximatif de la surface spécifique, basé sur l'assimilation des grains à des sphères. On obtient ainsi un ordre de grandeur de 500 cm^2/g.

Etant donné la teneur en chlorure de l'explosif, l'intervention de ce sel dans la surface spécifique calculée du couple salin se limite à 100 - 150 cm^2/g.

Le nitrate alcalin est toujours mis en œuvre dans une granulométrie fine, obtenue de la façon suivante : on mélange à du nitrate brut de livraison une proportion de nitrate fin produit par une opération bien déterminée de broyage du brut. On repère par tamisage le passant au tamis 120 et on ajuste la proportion de broyé de façon à régler le passant en question entre par exemple 45 et 50 %, 60 et 65 %, ou 80 et 85 %.

Le tableau II donne l'analyse granulométrique d'un nitrate de sodium dont le passant 120 se situe entre 60 et 65 %.

TABLEAU II.

Numéro du tamis	Refus % poids
40	0,7
50	5,1
60	6,0
70	8,6
80	4,5
100	5,4
120	6,5
140	6,2
170	2,3
200	6,0
230	3,2
270	5,3
325	3,9

Le passant 325 est important : plus de 35 %. Le repérage par tamis 120 laisse la possibilité d'un flottement assez large dans les fractions les plus fines, ainsi qu'on le constate par l'analyse de trois nitrates de potassium réglés chacun pour que leur passant 120 soit compris entre 80 et 85 % (tableau III).

Le passant 325 peut ainsi varier presque du simple au double. Ce sont là les cas extrêmes qui ont été repérés après de multiples essais.

La mesure de la surface spécifique par adsorption d'azote (*) (dégazage à 100° C) effectuée sur les nitrates ci-dessus a donné pour le sel de sodium : 4,25 m^2/g et pour les sels de potassium : 5,85 à 10,6 m^2/g.

(*) Ces mesures ont été effectuées avec la gracieuse autorisation de Monsieur le Professeur Coeckelbergs, au laboratoire de chimie nucléaire de l'Ecole Royale Militaire, par les soins de Monsieur le Docteur Crucq.

TABLEAU III.

Refus au tamis	40	0,7	0,9	0,9
»	50	1,3	1	1,7
»	60	2,3	2	2,4
»	70	5,9	5,9	5
»	80	2,8	2,6	3
»	100	5,8	4	3,2
»	120	1,8	2,5	2,2
»	140	5,1	4,8	3,3
»	170	2,3	1,6	1,2
»	200	6,7	4,9	3,6
»	230	7,4	1	2,6
»	270	18,7	17,4	9,2
»	325	8,8	12,3	4,5
Passant au tamis	325	30,6	37,5	55,8

Certains indices révèlent que ces sels doivent présenter une porosité fine assez élevée, responsable pour le principal des surfaces spécifiques mesurées par adsorption d'azote.

Mais ces pores fins sont sans intérêt pour la pénétration de la nitroglycérine, dont la molécule a un volume de quelque 25.10^{-24} cm^3 et des dimensions de la chaîne carbonée d'une part, et de chaque chaîne nitrée, d'autre part, de l'ordre de 5,3 Å et 4,8 Å respectivement (contre $5,7.10^{-24}$ cm^3 et 1,09 Å pour la molécule d'azote gazeux). Ils sont d'ailleurs, préalablement à l'imprégnation par la nitroglycérine, colmatés par la poudre ultrafine des additifs hydrofuges (surfaces spécifiques de l'ordre de 100 m^2/g).

Il eût certes été intéressant de mesurer les surfaces spécifiques des nitrates au moyen d'autres méthodes, ou même par la méthode B E T en recourant à un gaz ayant des molécules de grosseur appropriée. Cela ne nous a pas été possible.

C'est pourquoi nous avons procédé de la façon suivante :

1°) Etant donné qu'un solide de densité 2, en grains sphériques, présente une surface spécifique de 0,1 - 1 - 10 ou 100 m^2/g suivant que le diamètre moyen vaut 30 - 3 - 0,3 ou 0,03 microns, nous avons estimé que le diamètre moyen de 3 microns, correspondant à l'ordre de grandeur du mètre carré, était le plus vraisemblable pour le nitrate passant au tamis 325.

2°) Au refus sur tamis 325, nous avons appliqué le calcul conventionnel utilisé pour le chloruré, en retenant ainsi un diamètre moyen pour les particules de chaque fraction de tamisage et en assimilant ces dernières à des sphères.

En opérant de la sorte, on obtient des surfaces spécifiques calculées qui s'ordonnent de façon croissante d'abord suivant l'importance du passant 120 — c'est-à-dire selon la plus ou moins forte proportion de sel broyé — ensuite, de façon croissante également, parallèlement à l'importance du passant 325.

On obtient ainsi les surfaces ci-après :

— pour les explosifs A_1, A_2 et A_3, SS = 3400 ± 400 cm^2/g ;

— pour les explosifs B_1 et B_2, SS = 4200 ± 400 cm^2/g ;

— pour l'explosif C_1, SS = 5000 ± 500 cm^2/g ;

— pour l'explosif C_2, SS = 3000 ± 400 cm^2/g ;

— pour l'explosif C_3, SS = 2000 ± 400 cm^2/g.

Ces chiffres n'ont en fait qu'une signification toute relative. Ils nous dispensent cependant, pour décrire une formule d'explosif, de nous référer, chaque fois à la préparation granulométrique des sels. Disons en bref que les valeurs données évoluent dans le même sens que la finesse du couple salin, sans prétendre à plus de précision.

ANNEXE II

Vitesses de détonation
Obtention et traitement des résultats expérimentaux

Pour chaque composition essayée ont été retenus les diamètres expérimentaux suivants : 10, 15, 20, 25, 37, 60 et/ou 90 mm, parfois aussi 30 mm.

Dans ce dernier diamètre, il s'est agi des cartouches industrielles sous enveloppe de papier, les plis aux extrémités des cartouches étant cependant éliminés par sectionnement des bouts perpendiculairement à l'axe, de façon à constituer une colonne explosive continue à la densité d'encartouchage voisine de 1,2 g/cm³.

En 10, 15, 20, 25 et 37 mm, la composition a été chargée manuellement dans des tubes préfabriqués en acétate de cellulose (feuilles pesant 280 g/m²), à une densité apparente de 1,2 aussi constante que possible.

Il en a été de même dans les gros diamètres de 60 et 90 mm, réalisés toutefois en tubes de carton servant dans l'industrie à l'encartouchage de la dynamite.

La mesure de la vitesse de détonation se fait au moyen d'un compteur électronique enregistrant le temps à une microseconde près, la mise en marche et l'arrêt du compteur étant déclenchés par le fonctionnement de sondes à court-circuit. La distance entre les deux sondes employées pour chaque tir est suivant le cas de 150, 200 ou 300 mm ; cette base de mesure est déterminée à un millimètre près. La base est toujours distante du détonateur amorçant la charge essayée d'au moins cinq fois le diamètre de la charge ; c'est ainsi que dans ce but les cartouches de 90 mm de diamètre ont 1 m de longueur. Les charges sont tirées à l'air libre, suspendues à une baguette horizontale et placées à 30 cm au moins au-dessus du sol.

Compte tenu des temps enregistrés, l'erreur relative sur une mesure est de ± 2 %, en supposant la densité apparente constante dans toute la charge.

Le résultat fourni par chaque tir est considéré comme une mesure de la vitesse de détonation faisant partie d'un groupe de mesures d'égale précision. Dès lors, la valeur la plus probable d'un groupe est la moyenne arithmétique $\overline{D}$ des mesures faites. On calcule alors les écarts de chaque mesure par rapport à la moyenne, c'est-à-dire les résidus v, de façon à évaluer l'erreur quadratique moyenne de la moyenne arithmétique par la relation

$$\sigma_{\overline{D}}^2 = \frac{[v \cdot v]}{n(n-1)},$$

n étant le nombre de mesures du groupe et $[v \cdot v]$ représentant, suivant la notation de Gauss, la somme des carrés des résidus. On retient ensuite la valeur $1{,}65\ \sigma_{\overline{D}}$, laquelle, d'après les tables de la fonction normale de Laplace, donne par rapport à la moyenne arithmétique $\overline{D}$ une erreur absolue telle que la valeur vraie D de la vitesse de détonation recherchée ait neuf chances sur dix d'être comprise entre $\overline{D} - 1{,}65\ \sigma_{\overline{D}}$ et $\overline{D} + 1{,}65\ \sigma_{\overline{D}}$.

Exemple : Explosif A_1 tiré en 20 mm.

TABLEAU IV.

Mesures (m/s)	Moyenne (m/s)	Résidus v	Carrés v^2	$[v \cdot v]$	$n(n-1)$	σ^2	σ (m/s)	$1{,}65\ \sigma$ (m/s)
1900	1937	37	1369	9656	$5 \times 4 = 20$	482,8	22	36
1966		29	841					
1983		46	2116					
1966		29	841					
1870		57	4489					

Il existe donc la probabilité 0,9 pour que A_1 ait en 20 mm de diamètre, à l'air libre, une vitesse de détonation comprise entre 1901 et 1973 m/s.

Pour chaque composition, les résultats se dégageant des mesures sont reportés sur un diagramme de D en fonction de l'inverse du diamètre $1/\varnothing$. A chaque abscisse expérimentale, on distingue d'une part les mesures individuelles (cercles noirs de 0,5 mm de rayon), d'autre part la moyenne arithmétique (circonférence de 1 mm de rayon) et l'écart ± 1,65 σ à la moyenne, représenté par deux traits horizontaux de 4 mm de longueur. On trace alors

à l'estime la courbe la plus probable donnant la variation de D en fonction de $1/\varnothing$.

Chaque diagramme donne ainsi, pour tout diamètre, la valeur la plus probable de la vitesse de détonation.

De l'ensemble des tracés, on peut estimer que la supposition des mesures d'égale précision est légitime grâce au soin qui a été apporté notamment au chargement à densité apparente constante (*).

La précision est la meilleure dans le domaine des diamètres compris entre 20 et 37 mm, c'est-à-dire celui qui, précisément, est à la base des interprétations principales des diagrammes et comprend les calibres d'intérêt industriel.

(*) Nous sommes redevables de ce soin à Monsieur G. Van Roy, technicien au Centre de Recherches scientifiques et techniques pour l'Industrie des Produits explosifs.

ANNEXE III

Application de la théorie de la zone de réaction variable à l'explosif A_1.

L'élément de base pour l'application de la théorie est le diagramme, établi expérimentalement, de la vitesse de détonation D (m/s) en fonction du rayon R (cm) de la charge explosant à l'air libre (cf. courbe a de la figure 5).

Le premier rayon critique $R_c = 0{,}4$ cm, aussi déterminé expérimentalement, est le rayon minimal que doit avoir une colonne explosive de composition A_1 à la densité apparente 1,2 g/cm^3, pour pouvoir détoner à l'air libre. Pour des rayons inférieurs à R_c, les pertes latérales d'énergie sont relativement trop importantes et ne permettent pas l'entretien d'une onde de détonation.

L'application de la théorie fait apparaître un second rayon critique R_s, supérieur à R_c et à partir duquel les pertes latérales, en ce qui concerne l'énergie libérée dans l'onde par le sensibilisateur, deviennent négligeables. Lorsque le rayon R de la charge varie entre R_c et R_s, la vitesse de détonation à l'air libre D augmente de D_c à D_s, de même que le temps de réaction t passe de t_c à t_s. Pour les valeurs de R supérieures à R_s, D augmente encore au-delà de D_s, jusqu'à une valeur maximale D_m atteinte pour le rayon R_u. Tout accroissement de R à partir de R_u ne se traduit plus dans une augmentation de la vitesse ni du temps de réaction, de sorte que, dès le rayon R_u, les pertes latérales sont également devenues négligeables en ce qui concerne l'énergie pouvant être libérée dans l'onde par les économiseurs.

En désignant par Q_e la chaleur de détonation effective, c'est-à-dire celle utilisée au passage de la détonation pour supporter énergétiquement l'onde, il existe une relation suivant laquelle D est propor-

TABLEAU V.

R	0,4	0,5	0,75	1	1,25	1,50	1,85	3	4,5	∞
D	1515	1595	1815	1930	1960	1970	1990	2100	2200	2275
$(D/D_m)^2$	0,443	0,49	0,635	0,72	0,74	0,75	0,765	0,85	0,935	1
$R - R_c$	0	0,1	0,35	0,6	0,85	1,1	1,45	2,6	4,1	∞
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	0,835	2,57	4,14	5,78	7,45	9,7	16,5	24,85	∞

Le point de cassure apparaissant dans les diagrammes de $(D/D_m)^2$ correspond à D_s (cf. lignes b et c de la figure 5).

On a dans le cas présent :

$(D_s/D_m)^2 = 0{,}715$ $\quad D_s/D_m = 0{,}845$ $\quad D_s = 1925$ m/s

$(R_s - R_c)/0{,}75 \times 1925 = 3{,}6$ $\quad R_s - R_c = 0{,}518$ $\quad R_s = 0{,}918$ cm

$(R_u - R_c)/0{,}75 \times 2275 = 29{,}3$ $\quad R_u - R_c = 5$ $\quad R_u = 5{,}4$ cm

tionnelle à la racine carrée de Q_e. Si, lorsque D subit des variations, c'est-à-dire en fait dans le domaine de l'onde de détonation non idéale, $N = Q_e/Q_m$ est la fraction de chaleur utilisée au passage de la détonation, la loi de proportionnalité s'écrit : $N = Q_e/Q_m = (D/D_m)^2$.

Grâce à la théorie de la zone de réaction variable [7, 10, 11], appliquée aux explosifs à ions échangés dans l'hypothèse où la vitesse du son dans les produits de la détonation est égale à 0,75 D, on peut établir les relations linéaires qui existent entre N et t, d'une part, lorsque t croît de t_c à t_s et N de N_c à N_s, d'autre part, dans l'intervalle t_s à t_m où N varie de N_s à $N_m = 1$.

Remarquons qu'au second temps critique de réaction t_s, tout le sensibilisateur, accompagné d'une partie des économiseurs qui réagissent dans l'onde, a achevé sa réaction, tandis que pendant le délai restant, soit de t_s à t_m, il ne s'agit plus que d'un apport énergétique dans l'onde dû aux seuls économiseurs.

L'application de la théorie de la zone de réaction variable, en l'occurrence à l'explosif A_1, comporte d'abord l'établissement du diagramme de $(D/D_m)^2$ en fonction de $(R - R_c)/0{,}75$ D, grâce aux résultats numériques repris au tableau V.

On calcule ensuite les valeurs de $(D/D_s)^2$ pour les abscisses expérimentales $(R - R_c)/0{,}75$ D inférieures à 3,6 microsecondes.

On a (tableau VI) :

TABLEAU VI.

$(D/D_s)^2$	0,62	0,685	0,89	1
$(R - R_c)/0{,}75$ D	0	0,835	2,57	3,6

La comparaison des expressions analytiques de l'ordonnée à l'origine et du coefficient angulaire de la droite $(D/D_s)^2 = f(R - R_c/0{,}75$ D) avec les valeurs respectives donne (cf. ligne d de la figure 5) :

$$t_c/t_s = 0{,}62 \qquad 1/t_s = 0{,}38/3{,}6$$

d'où

$t_s = 9{,}47$ microsecondes et $t_c = 5{,}87$ microsecondes.

Il convient ensuite d'établir le diagramme de $(D/D_m)^2$ en fonction de $(R - R_s)/0{,}75$ D, grâce aux valeurs du tableau VII.

TABLEAU VII.

$R - R_s$	0	0,082	0,332	0,582	0,932	2,082	3,382	4,482
$(R - R_s)/0{,}75$ D	0	0,567	2,26	3,94	6,24	13,23	21,7	26,25
$(D/D_m)^2$	0,715	0,72	0,74	0,75	0,765	0,85	0,935	1

Comme précédemment, la comparaison des expressions analytiques aux valeurs numériques donne (cf. ligne e de la figure 5) :

$$t_s + \alpha/t_m + \alpha = 0{,}715 \qquad 1/t_m + \alpha = 0{,}285/26{,}25$$

d'où

$\alpha = 56{,}3$ microsecondes et $t_m = 35{,}7$ microsecondes.

En représentant par N, comme dit plus haut, la fraction de chaleur utilisée au passage de la détonation, N valant 1 au régime maximal, nous pouvons dresser le diagramme final de la variation de N en fonction du temps de réaction (cf. ligne f de la figure 5).

Sur ce graphique, pour tout régime stable de détonation, on peut lire la valeur relative de l'énergie supportant l'onde, et distinguer dans cette valeur la part que peuvent fournir les constituants solides de l'explosif dans les délais supérieurs au temps de réaction du sensibilisateur.

On voit apparaître le coefficient α : plus ce dernier est élevé, plus les sels sont difficilement entraînés dans la détonation considérée.

ANNEXE IV

Explosif A_2

Le procédé est identique à celui appliqué aux résultats expérimentaux de l'explosif A_1 (cf. annexe III).

Nous ne reproduisons que les tableaux et calculs numériques :

TABLEAU VIII.

R	0,4	0,5	0,75	1	1,25	1,50	1,85	2
D	1300	1360	1510	1580	1625	1645	1665	1670
$(D/D_m)^2$	0,605	0,662	0,818	0,804	0,945	0,97	0,992	1
$R - R_c$	0	0,1	0,35	0,6	0,85	1,1	1,45	1,6
$(R - R_c)/0,75\ D$	0	0,08	3,09	5,06	6,98	8,92	11,6	12,77

$(D_s/D_m)^2 = 0,88$ $\quad D_s/D_m = 0,938$ $\quad D_s = 1567$ m/s

$(R_s - R_c)/0,75 \times 1567 = 4$ $\quad R_s - R_c = 0,47$ $\quad R_s = 0,87$ cm

$(R_u - R_c)/0,75 \times 1670 = 10$ $\quad R_u - R_c = 1,25$ $\quad R_u = 1,65$ cm

$(D/D_s)^2$	0,69	0,753	0,93	1
$(R - R_c)/0,75\ D$	0	0,98	3,09	4

$t_c/t_s = 0,69$ $\quad 1/t_s = 0,31/4$

$t_s = 12,9$ microsecondes

$t_c = 8,9$ microsecondes

$R - R_s$	0	0,13	0,38	0,63	0,98	1,13
$(R - R_s)/0,75\ D$	0	1,095	3,12	5,1	7,84	9,02
$(D/D_m)^2$	0,88	0,894	0,945	0,97	0,992	1

$t_s + \alpha/t_m + \alpha = 0,88$ $\quad 1/t_m + \alpha = 0,12/6,22$

$\alpha = 32,8$ microsecondes

$t_m = 19,2$ microsecondes

ANNEXE V

Explosif A_3

TABLEAU IX.

R	0,4	0,5	0,75	1	1,25	1,50	1,85
D	1135	1215	1415	1515	1575	1605	1620
$(D/D_m)^2$	0,49	0,56	0,762	0,875	0,94	0,98	1
$R - R_c$	0	0,1	0,35	0,6	0,85	1,1	1,45
$(R - R_c)/0,75\ D$	0	1,1	3,3	5,28	7,2	9,14	11,93

$(D_s/D_m)^2 = 0,87$ $\quad D_s/D_m = 0,933$ $\quad D_s = 1510$ m/s

$(R_s - R_c)/0,75 \times 1510 = 4,7$ $\quad R_s - R_c = 0,532$ $\quad R_s = 0,932$ cm

$(R_u - R_c)/0,75 \times 1620 = 9,65$ $\quad R_u - R_c = 1,17$ $\quad R_u = 1,57$ cm

$(D/D_s)^2$	0,563	0,647	0,877	1
$(R - R_c)/0,75\ D$	0	1,1	3,3	4,7

$t_c/t_s = 0,563$ $\quad 1/t_s = 0,437/4,7$

$t_s = 10,76$ microsecondes

$t_c = 6,06$ microsecondes

$R - R_s$	0	0,068	0,318	0,568	0,638	0,918
$(R - R_s)/0,75\ D$	0	0,53	2,7	4,72	5,96	7,59
$(D/D_m)^2$	0,87	0,875	0,94	0,98	1	1

$t_s + \alpha/t_m + \alpha = 0,87$ $\quad 1/t_m + \alpha = 0,13/5,96$

$\alpha = 29,14$ microsecondes

$t_m = 16,66$ microsecondes

ANNEXE VI

Explosif B_1

TABLEAU X

R	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,85
D	1115	1273	1430	1507	1550	1565	1570
$(D/D_m)^2$	0,503	0,657	0,83	0,92	0,973	0,992	1
$R - R_c$	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,6
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,62	4,66	6,63	8,6	10,65	13,57

$(D_s/D_m)^2 = 0{,}91$ $\quad D_s/D_m = 0{,}954$ $\quad D_s = 1500$ m/s

$(R_s - R_c)/0{,}75 \times 1500 = 5{,}6$ $\quad R_s - R_c = 6{,}3$ $\quad R_s = 0{,}88$ cm

$(R_u - R_c)/0{,}75 \times 1570 = 10{,}6$ $\quad R_u - R_c = 1{,}25$ $\quad R_u = 1{,}5$ cm

$(D/D_s)^2$	0,55	0,72	0,91	1
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,62	4,66	5,6

$t_c/t_s = 0{,}55$ $\quad t/t_s = 0{,}45/5{,}6$

$t_s = 12{,}4$ microsecondes

$t_c = 6{,}85$ microsecondes

$R - R_s$	0	0,12	0,37	0,62	0,97
$(R - R_s)/0{,}75\ D$	0	1,06	3,18	5,28	8,23
$(D/D_m)^2$	0,91	0,92	0,973	1	1

$t_s + \alpha/t_m + \alpha = 0{,}91$ $\quad 1/t_m + \alpha = 0{,}09/5{,}28$

$\alpha = 41$ microsecondes

$t_m = 17{,}7$ microsecondes

ANNEXE VII

Explosif B_2

TABLEAU XI.

R	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,85
D	1000	1153	1310	1387	1430	1445	1450
$(D/D_m)^2$	0,475	0,632	0,815	0,913	0,97	0,99	1
$R - R_c$	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,6
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,89	5,08	7,2	9,32	11,53	14,7

$(D_s/D_m)^2 = 0{,}91 \qquad D_s/D_m = 0{,}954 \qquad D_s = 1385$ m/s

$(R_s - R_c)/0{,}75 \times 1385 = 6{,}25 \qquad R_s - R_c = 0{,}65 \qquad R_s = 0{,}9$ cm

$(R_u - R_c)/0{,}75 \times 1450 = 11{,}5 \qquad R_u - R_c = 1{,}25 \qquad R_u = 1{,}5$ cm

$(D/D_s)^2$	0,52	0,692	0,893	1
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,89	5,08	6,25

$t_c/t_s = 0{,}52 \qquad 1/t_s = 0{,}48/6{,}25$

$t_s = 13$ microsecondes

$t_c = 6{,}76$ microsecondes

$R - R_s$	0	0,1	0,35	0,6	0,95
$(R - R_s)/0{,}75\ D$	0	0,852	3,27	5,53	8,73
$(D/D_m)^2$	0,91	0,913	0,97	1	1

$t_s + \alpha/t_m + \alpha = 0{,}91 \qquad 1/t_m + \alpha = 0{,}09/5{,}53$

$\alpha = 43$ microsecondes

$t_m = 18{,}5$ microsecondes

ANNEXE VIII

Explosif C_1

TABLEAU XII.

R	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,85
D	1100	1230	1360	1425	1455	1470	1475
$(D/D_m)^2$	0,556	0,695	0,85	0,93	0,97	0,99	1
$R - R_c$	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,6
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,71	4,9	7,02	9,16	11,33	14,46

$(D_s/D_m)^2 = 0{,}925$ $\quad D_s/D_m = 0{,}962$ $\quad D_s = 1420$ m/s

$(R_s - R_c)/0{,}75 \times 1420 = 6{,}1$ $\quad R_s - R_c = 0{,}65$ $\quad R_s = 0{,}9$ cm

$(R_u - R_c)/0{,}75 \times 1475 = 11{,}5$ $\quad R_u - R_c = 1{,}272$ $\quad R_u = 1{,}522$ cm

$(D/D_s)^2$	0,6	0,75	0,917	1
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,71	4,9	6,1

$t_c/t_s = 0{,}6$ $\quad 1/t_s = 0{,}4/6{,}1$

$t_s = 15{,}25$ microsecondes

$t_c = 9{,}15$ microsecondes

$R - R_s$	0	0,1	0,35	0,6	0,622	0,95
$(R - R_s)/0{,}75\ D$	0	0,935	3,21	5,44	5,63	8,59
$(D/D_m)^2$	0,925	0,93	0,97	0,99	1	1

$t_s + \alpha/t_m + \alpha = 0{,}925$ $\quad 1/t_m + \alpha = 0{,}075/5{,}63$

$\alpha = 54{,}25$ microsecondes

$t_m = 20{,}75$ microsecondes

ANNEXE IX

Explosif C_2

TABLEAU XIII.

R	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,85
D	1160	1285	1415	1480	1510	1525	1530
$(D/D_m)^2$	0,575	0,705	0,855	0,935	0,97	0,99	1
$R - R_c$	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,6
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,59	4,71	6,76	8,82	10,93	13,95

$(D_s/D_m)^2 = 0{,}925$ $\quad D_s/D_m = 0{,}962$ $\quad D_s = 1470$ m/s

$(R_s - R_c)/0{,}75 \times 1470 = 5{,}85$ $\quad R_s - R_c = 0{,}647$ $\quad R_s = 0{,}9$ cm

$(R_u - R_c)/0{,}75 \times 1530 = 11{,}3$ $\quad R_u - R_c = 1{,}297$ $\quad R_u = 1{,}55$ cm

$(D/D_s)^2$	0,622	0,763	0,925	1
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,59	4,71	5,85

$t_c/t_s = 0{,}622$ $\quad 1/t_s = 0{,}378/5{,}85$

$t_s = 15{,}46$ microsecondes

$t_c = 9{,}62$ microsecondes

$R - R_s$	0	0,1	0,35	0,6	0,647	0,95
$(R - R_s)/0{,}75\ D$	0	0,9	3,09	5,24	5,63	8,27
$(D/D_m)^2$	0,925	0,935	0,97	0,99	1	1

$t_s + \alpha/t_m + \alpha = 0{,}925$ $\quad 1/t_m + \alpha = 0{,}075/5{,}63$

$\alpha = 54$ microsecondes

$t_m = 21$ microsecondes

ANNEXE X

Explosif C_s

TABLEAU XIV.

R	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,85
D	1235	1375	1505	1570	1600	1615	1620
$(D/D_m)^2$	0,58	0,72	0,863	0,938	0,975	0,99	1
$R - R_c$	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,6
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,42	4,43	6,37	8,33	10,32	13,16

$(D_s/D_m)^2 = 0{,}93$ $\quad D_s/D_m = 0{,}965$ $\quad D_s = 1565$ m/s

$(R_s - R_c)/0{,}75 \times 1565 = 5{,}3$ $\quad R_s - R_c = 0{,}622$ $\quad R_s = 0{,}872$ cm

$(R_u - R_c)/0{,}75 \times 1620 = 10{,}7$ $\quad R_u - R_c = 1{,}3$ $\quad R_u = 1{,}55$ cm

$(D/D_s)^2$	0,62	0,77	0,923	1
$(R - R_c)/0{,}75\ D$	0	2,42	4,43	5,3

$t_c/t_s = 0{,}62$ $\quad 1/t_s = 0{,}38/5{,}3$

$t_s = 13{,}95$ microsecondes

$t_c = 8{,}65$ microsecondes

$R - R_s$	0	0,128	0,378	0,628	0,678	0,978
$(R - R_s)/0{,}75\ D$	0	1,085	3,15	5,18	5,58	8,05
$(D/D_m)^2$	0,93	0,938	0,975	0,99	1	1

$t_s + \alpha/t_m + \alpha = 0{,}93$ $\quad 1/t_m + \alpha = 0{,}07/5{,}58$

$\alpha = 60{,}3$ microsecondes

$t_m = 19{,}5$ microsecondes

BIBLIOGRAPHIE

[1] KUHN G. — Etudes énergétiques comparatives d'explosifs, tenant compte de la sûreté anti-grisou — **XXVIIe Congrès international de Chimie industrielle,** Bruxeles 1954.

[2] MALLARD E. — Rapports de la Commission des substances explosives sur l'étude des questions relatives à l'emploi des explosifs en présence du grisou — **Mémorial des Poudres et Salpêtres,** 1888, 2, 355.

[3] AHRENS H. — Beziehung zwischen der Schlagwettersicherheit der Sprengstoffe und dem Detonationsvorgang — **Sixième Conférence Internationale des Directeurs de Stations d'Essais,** 1950.

[4] AHRENS H. — Wettersprengstoffe in detonationsphysikalischer Betrachtung — **Nobel Hefte,** 1953, **19,** 1.

[5] AHRENS H. — L'importance du comportement sélectif de l'onde de détonation dans le domaine des explosifs de sûreté — **XXVIIe Congrès international de Chimie industrielle,** Bruxelles 1954.

[6] COPP J.L. & UBBELOHDE A.R. — Physico-chemical processes occurring at high pressures and temperatures. Part I. Interaction between trinitrotoluene and ammoniumnitrate — **Trans. Faraday Soc.,** 1948, **44,** 646.

[7] HINO K. & HASEGAWA S. — The theory of the variable reaction zones in the detonation of industrial explosives — **Journ. Industrial Explosives Soc. Japan,** 1958, **19,** 1.

[8] KUHN G. & KÄUFER H. — Die theoretische Erfassung der praktischen Leistung und des Wirkungsmechanismus von Sprengstoffen — **Nobel Hefte,** 1956, **22,** 71.

[9] KUHN G. & ROTH J.F. — Reaktionskinetische Beziehungen bei den Systemen Ammonsalpeter - Steinsalz und Natronsalpeter - Ammonchlorid in Wettersprengstoffen — **Nobel Hefte,** 1954, **20,** 81.

[10] HINO K. — Theory of relations between the detonation velocity of solid explosives and the thickness of cases or the diameter of the charges — **Journ. Industrial Explosives Soc. Japan,** 1958, **19,** 169.

[11] HINO K. & HASEGAWA S. — Theory of the variable reaction zones in the detonation of solid explosives — **XXXIe Congrès international de Chimie industrielle,** Liège 1958.

[12] JONES H. — A theory of the dependance of the rate of detonation of solid explosives on the diameter of the charge — **Proc. Roy. Soc.,** 1947, **A 189,** 415.

[13] EYRING H. et alii. — The stability of detonation — **Chem. Reviews,** 1949, **45,** 69.

[14] TAYLOR W. — Le contrôle de la détonation dans les explosifs solides par variation physique de la composition — **XXVIIe Congrès international de Chimie industrielle,** Bruxelles 1954.

[15] KUHN G. & KÄUFER H. — Ueber die Beeinflussung der reaktionskinetischen Geschehens bei Sprengstoffen durch Behandlung von Kristalloberflächen mit oberflächenaktiven Stoffen — **Nobel Hefte,** 1954, **20,** 97.

[16] BERGER J. & VIARD J. — Physique des explosifs solides (Titre IV - La détonation des explosifs solides) — **Dunod,** Paris 1962.

[17] COPP J.L. & UBBELOHDE A.R. — Physico-chemical processes occurring at high pressures and temperatures. Part II. The effect of « inert » components on detonation — **Trans. Faraday Soc.,** 1948, **44,** 658.

[18] SINABELL J. — Detonationsgeschwindigkeit und Detonationsspuren von dünnen Sprengstoffschichten —**Explosivstoffe,** 1961, **9,** 121.

[19] ROTH J.F. — Versuche mit einem Stosspendel zur Aufklärung des Detonationsablaufes bei Wettersprengstoffen — **Nobel Hefte,** 1957, **23,** 38.

[20] BOWDEN F.P. & YOFFE A.D. — The initiation and growth of explosion in liquids and solids — **Cambridge University Press,** Londres, 1952.

Redressement du chevalement du puits d'entrée d'air au Charbonnage de Zwartberg nécessité par les affaissements miniers

par J. PONOMARENKO,

Directeur des travaux de la Surface : S. A. Cockerill-Ougrée.

Division : Charbonnage de Genk-Zwartberg.

RESUME

Le chevalement du puits d'entrée d'air, dont il est question dans cet article, a été mis en service en 1953.

Cet ouvrage a été conçu en vue de permettre facilement des remises à niveau pour corriger les déplacements pouvant se produire à la suite de tassement inégal du terrain provoqué par les travaux miniers.

Une surveillance périodique comportant des nivellements et des relevés de position de tous les éléments de l'ouvrage avait été organisée afin d'en suivre le comportement.

Ces différents contrôles avaient fait ressortir une évolution défavorable de la situation : des affaissements importants et inégaux des pieds des poussards et des montants entraînaient un déplacement de tous les éléments et des déformations dans certaines parties de l'ouvrage. Il fut décidé, après consultation de spécialistes en la matière, de procéder à son redressement.

Les travaux de remise en état ont débuté le 6 avril 1964 et ont duré 51 jours ouvrables. Ils peuvent se décomposer en 3 phases principales :

a) *1re phase : travaux préparatoires qui consistèrent essentiellement en :*
   - *placement de haubans permettant d'agir sur les montants,*
   - *appropriation des nœuds des entretoises entre montants afin de permettre les allongements ou raccourcissements de ces entretoises lors des mouvements imprimés aux pieds du chevalement,*
   - *préparation des calages nécessaires,*
   - *placement des vérins et des pompes ;*

SAMENVATTING

De schachtbok van de luchtintrekkende schacht, waarvan sprake in dit artikel, werd in dienst gesteld in 1953.

Het geheel werd dusdanig opgevat, dat eventueel nodige peilregelingen ter verbetering van mogelijke verzakkingen, veroorzaakt door de ondergrondse werken, gemakkelijk zouden kunnen uitgevoerd worden.

Een periodiek toezicht, bestaande uit nivelleringen en standopmetingen van alle elementen van de schachtbok, werd georganiseerd, ten einde de juiste gedragingen ervan te volgen.

Deze verschillende controles brachten een ongunstige ontwikkeling van de toestand aan het licht : belangrijke en ongelijke verzakkingen van de schoren en de benen veroorzaakten een verplaatsing van alle elementen en vervormingen van bepaalde schachtbokdelen. Na ruggespraak met specialisten terzake, werd besloten tot het terug rechtzetten over te gaan.

Deze werken begonnen op 6 april 1964 en namen 51 werkdagen in beslag. Ze kunnen onderverdeeld worden in 3 bijzondere fasen :

a) *1e fase : voorbereidende werken, voornamelijk bestaande uit :*
   - *plaatsen van spankabels om op de benen te werken,*
   - *aanpassing der verbindingsplaten der dwarsbalken tussen de benen ten einde verlengingen of verkortingen der dwarsbalken mogelijk te maken gedurende de aan de schachtbokvoeten gegeven bewegingen,*
   - *voorbereiding der nodige vulstukken,*
   - *plaatsen van vijzels en pompen ;*

b) 2me *phase : redressements proprement dit, c'est-à-dire :*
   — *déplacement des pieds des montants et poussards sur leur fondation pour remise en bonne place,*
   — *soulèvement de ces pieds et placement des calages nécessaires,*
   — *suppression de la flexion dans les montants.*

   Ces opérations se sont effectuées par petites étapes successives. Pendant cette phase, des mesurages eurent lieu régulièrement pour contrôler les résultats obtenus et permettre de prendre les décisions au cours du déroulement des travaux ;

c) 3me *phase : parachèvement, démontage et remise en ordre du chantier.*

Ce travail a été réalisé sans aucun dérangement pour l'exploitation et fut une réussite complète.

b) 2e *fase : het eigenlijke rechtzetten, d.w.z. :*
   — *verplaatsen der voeten van benen en schoren op hun funderingen, naar de juiste plaats,*
   — *heffen dezer voeten en plaatsen der nodige vulstukken,*
   — *uitschakeling van de doorbuiging in de benen.*

   Deze operaties werden uitgevoerd door kleine opeenvolgende verplaatsingen. Gedurende deze fase werden regelmatig opmetingen uitgevoerd om de bekomen resultaten te controleren en de beslissingen te nemen die nodig bleken, naarmate de vordering van het werk ;

c) 3e *fase : afwerking, demontage en in orde brengen der werf.*

Het werk werd uigevoerd zonder bedrijfsstoring te veroorzaken en was een volledig sukses.

INHALTSANGABE

Das Fördergerüst des einziehenden Wetterschachtes, über den in diesem Aufsatz berichtet wird, war im Jahre 1953 in Dienst gestellt worden.

Bei der Durchführung der Arbeiten wurde von vornherein darauf geachtet, dass eine neue Ausrichtung des Schachtgerüstes, die infolge ungleichmässiger Bodenabsenkungen unter dem Einfluss des Abbaus erforderlich werden kann, ohne besondere Schwierigkeiten möglich ist.

Um das Verhalten des Gerüstes genau zu verfolgen, führte man periodisch Vermessungen und Lagebestimmungen sämtlicher Teile des Bauwerks durch.

Diese laufenden Kontrollen liessen eine unerfreuliche Entwicklung erkennen. Infolge erheblicher und ungleicher Absenkungen der Pfosten und der Verstrebungen kam es in einzelnen Teilen des Gerüstes zu einer Verschiebung und Verformung sämtlicher Bauteile, so dass man nach Heranziehung verschiedener Fachleute beschloss, das Gerüst neu auszurichten.

Die Wiederherstellungsarbeiten begannen am 6. April 1964 und dauerten 51 Arbeitstage. Sie lassen sich in drei Abschnitte gliedern :

a) *Phase 1 : Vorbereitende Arbeiten, und zwar im wesentlichen :*
   — *Anbringung von Rüst- und Halteseilen zur Einwirkung auf die Pfosten,*
   — *Regulierung der Verbindungsstellen zwischen Pfosten und Verstrebungen, so dass die Streben bei Bewegung der Beine des Gerüstes entweder länger oder kürzer werden konnten,*
   — *Anbringung der notwendigen Verkeilungen,*
   — *Aufstellung von Winden und Pumpen ;*

SUMMARY

The frame of the downcast shaft referred to in this article was put into service in 1953.

This work was designed to facilitate the levelling up required to correct any shifting that might be caused by the irregular subsidence caused by mining.

Periodic supervision consisting of contour and position surveys of all the parts of the frame had been organized in order to observe the behaviour.

These various controls revealed an unfavourable evolution of the situation ; considerable irregular subsidences of the feet of the sprags and side pieces involved a shifting of all the parts of the frame and deformations in some parts of the work. It was decided, after consultations with experts, to proceed to re-erect it.

The repair works began on April 6th 1964 and lasted 51 working days. They may be divided into 3 main phases :

a) *1st phase : preparatory works consisting essentially of :*
   — *placing of guys wires so as to act on the side pieces,*
   — *adaptation of the joints of the cross-bars between the side pieces to allow the lengthening or shortening of these cross-bars when movements were transmitted to the feet of the frame,*
   — *preparation of the necessary wedges,*
   — *placing of the jacks and the pumps ;*

b) *Phase 2 : Neuausrichtung des Fördergerüstes, d.h. :*

— *Verschieben der Füsse der Pfosten und der Verstrebungen auf ihrem Fundament in eine richtige Stellung,*

— *Anheben der Füsse und Anbringung der erforderlichen Keile,*

— *Beseitigung von Verbiegungen der Pfosten.*

Diese Arbeiten wurden in einzelnen kleineren Etappen durchgeführt. In ihrem Verlauf wurden regelmässig Kontrollmessungen durchgeführt, so dass man während des Fortgangs der Arbeiten die erforderlichen Massnahmen beschliessen konnte.

c) *Phase 3 : Abschluss der Arbeiten, Abbau der Hilfskonstruktionen und Aufräumen der Baustelle.*

Die Arbeiten fanden ohne die geringste Störung der Förderung statt und führten zu einem vollen Erfolg.

b) *2nd phase : the re-erection proper, i.e. :*

— *shifting of the feet of the side pieces and sprags on their foundation in order to replace them in good position,*

— *raising of these feet and placing of the necessary wedges,*

— *suppression of bending in the side pieces.*

These operations were carried out in small successives stages. During this phase, measurements were taken regularly to control the results obtained and enable decisions to be taken while the work was being carried out ;

c) *3rd phase : completion, dismantling and overhauling of the working place.*

This work was carried out without disturbing the work of mining and was a complete success.

SOMMAIRE

1. Généralités.
   11. Origine.
   12. Caractéristiques générales.
2. Evolution de l'état du châssis à molettes.
   21. Nature des contrôles effectués.
   22. Résultats des contrôles.
3. Travaux de redressement.
   31. Première phase : travaux préparatoires.
   32. Deuxième phase : redressement proprement dit.
      321. Premier stade.
      322. Deuxième stade.
      323. Troisième stade.
      324. Mouvements totaux effectués.
   33. Troisième phase : travaux de parachèvement, démontage.
4. Coût de l'opération.
5. Conclusions.

GENERALITES

11. Origine.

Le chevalement du puits d'entrée d'air a été réalisé et monté par les Ateliers de Jambes-Namur.

Sa conception est le résultat de la collaboration entre M. le Professeur Vanderhaegen de l'Université de Louvain, agissant en tant qu'Ingénieur Conseil, et feu M. Daniel, Ingénieur, Chef du Service des Etudes aux Ateliers de Jambes ainsi que son collaborateur, M. Zakhanevitch, Ingénieur à la même Société.

M. Vanderhaegen en a, en outre, élaboré le cahier des charges, étudié la nature du sol à l'endroit des fondations, fait l'étude de celles-ci, approuvé les notes de calculs et les plans, ainsi que les dispositions pour le montage, assuré la réception des matières et le contrôle des soudures.

Commandé le 1 juin 1951, ce chevalement a été mis en service le 27 novembre 1953.

12. Caractéristiques générales.

D'un poids de 644 t et d'une hauteur totale de 83,50 m, ce châssis à molettes est de construction soudée avec joints rivés au cours du montage. La hauteur relativement grande résulte du fait qu'il fut construit au-dessus d'un chevalement existant afin de pouvoir limiter l'arrêt de l'extraction à une semaine, c'est-à-dire le temps nécessaire pour le raccordement final avec l'avant-carré existant et le placement des nouveaux câbles d'extraction.

Il est équipé de quatre molettes d'un diamètre de 7,50 m dont deux sont situées au niveau de 57,50 m et les deux autres au niveau de 66,20 m. Ceci dans le but d'obtenir, par le croisement des câbles d'extraction, un arc embrassé maximum sur les poulies Koepe des machines d'extraction afin d'augmenter l'adhérence.

Les molettes reposent dans des paliers à roulements de provenance S.K.F. et dont l'alésage est de 340 mm.

Cet ouvrage, prévu pour une profondeur d'extraction de 1.300 m, est utilisé actuellement pour desservir l'étage — 840 m. Le diamètre des câbles d'extraction est de 65 mm, prévu pour une charge de rupture de 425 t. Les cages sont du type à six paliers permettant une remontée de six berlines de 1.900 litres par trait.

La figure 1 donne l'aspect général du chevalement.

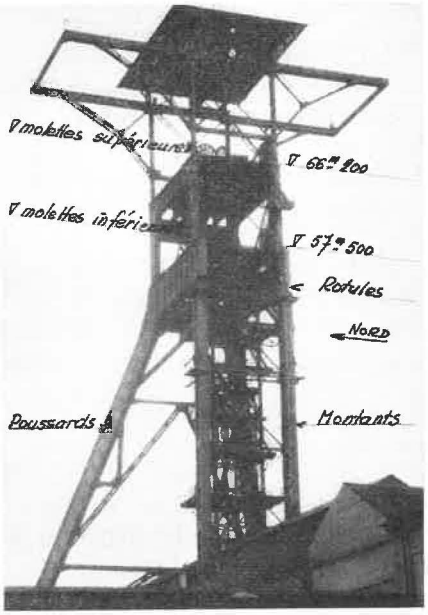


Fig. 1. — Vue d'ensemble du châssis à molettes du puits de rentrée d'air.

Le plancher des molettes inférieures repose sur la partie horizontale des poussards, tandis que le plancher des molettes supérieures est supporté par un portique prenant appui sur la même partie horizontale des poussards. Sur ce portique reposent les colonnes supportant le chemin de roulement du pont roulant électrique de 15 t, circulant au niveau de 77,25 m, ainsi que la toiture du belvédère.

Le chemin de roulement du pont roulant, d'une longueur de 34 m, permet la manutention des molettes et leur descente en dehors des limites du bâtiment des recettes, lequel a une largeur de 25 m.

Il faut remarquer que les fondations des montants, écartées de 16,31 m, sont établies sur pieux Franki et se situent à l'intérieur du bâtiment des recettes. La réaction qu'elles reçoivent, en service normal, est de l'ordre de 334 t. Les montants y sont fixés par 4 boulons d'ancrage.

Les fondations des poussards par contre, écartées de 42 m sont établies sur massifs en béton armé, sans pieux, et reçoivent une réaction, en service normal, de 368 t.

Leurs positions, en dehors du bâtiment, permettent aux poussards d'enjamber entièrement celui-ci, seules les barres des contreventements inférieurs le traversent.

Les poussards reposent sur leur fondation par l'intermédiaire d'une tôle en cuivre pour faciliter le glissement des pieds lors d'une correction éventuelle de la position du chevalement. Il n'y a pas de boulons d'ancrage au pied des poussards. Des calages placés à la partie basse de la fondation empêchent toutefois les pieds de descendre, sur le plan incliné de l'assise, sous l'effet de leur propre poids.

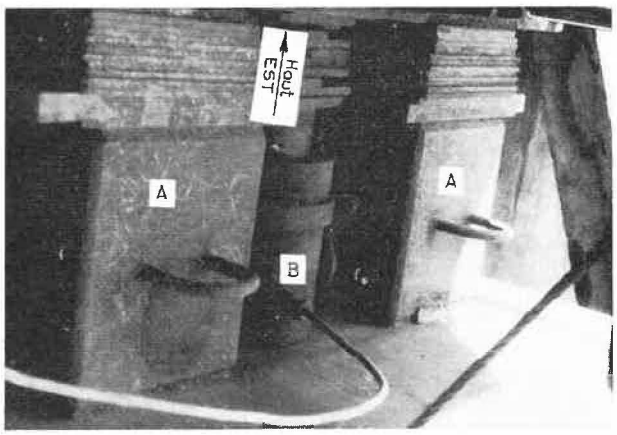


Fig. 2. — Calages placés à la partie basse du plan incliné de la fondation pour maintenir le poussard. On aperçoit entre les 2 calages le vérin de 100 t installé pour faire remonter le pied du poussard.
A. Calages de maintien du poussard.
B. Vérin de 100 t pour le glissement du poussard vers le haut sur le plan incliné de la fondation.

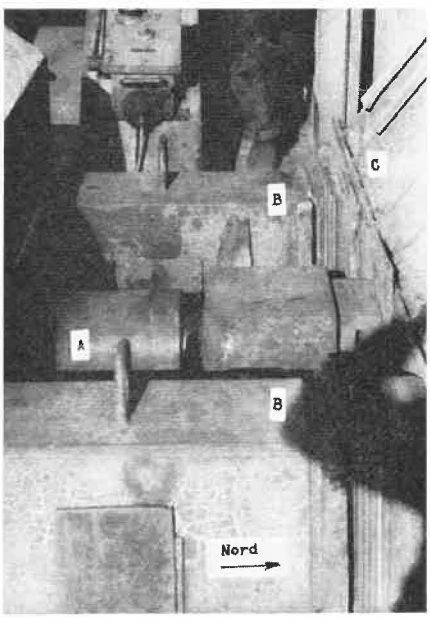


Fig. 3. — Calages latéraux placés lors du montage du chevalement. On remarque également le vérin de 100 t installé pour obtenir le déplacement latéral du poussard.
A. Vérin de 100 t pour le déplacement latéral du poussard sud.
B. Calages latéraux sud.
C. Poussard sud.

Le poussard sud est, en outre, calé latéralement pour empêcher des déplacements latéraux c'est-à-dire dans le sens nord-sud ou vice-versa.

Ces dispositifs de calage sont visibles sur les figures 2 et 3.

La particularité la plus intéressante de cet ouvrage réside dans le fait qu'il a été conçu de façon à permettre facilement des remises à niveau pour corriger les déplacements qui pourraient se produire par un tassement inégal du terrain. Dans ce but, aucune liaison rigide n'a été réalisée entre montants et poussards ; en effet, la partie supérieure des poussards repose sur la tête des montants par l'intermédiaire de rotules (fig. 1).

De plus, des dispositifs ont été prévus dans les fondations pour permettre le placement de vérins hydrauliques lors des opérations de redressement.

2. EVOLUTION DE L'ETAT DU CHASSIS A MOLETTES

21. Nature des contrôles effectués.

Afin de prévenir tout danger pouvant compromettre d'une part la sécurité du personnel et d'autre part la production de la mine, une surveillance systématique de l'ouvrage a été organisée depuis 1957 pour suivre le comportement du chevalement.

Ces contrôles périodiques comprennent :

a) Un nivellement, annuel à l'origine et ensuite trimestriel, des pieds des poussards et des montants.

Ce nivellement dont la base de départ est un point fixe de l'avant-puits, qui ne s'affaisse pratiquement pas, donne, outre les affaissements totaux de chacun des éléments les mouvements relatifs entre eux, ce qui constitue une indication importante sur le comportement de l'ouvrage.

b) Un relevé annuel complet de tous les éléments constituants : molettes, belvédère, planchers des molettes, montants, poussards et avant-carré.

Ces relevés sont effectués par rapport à des repères fixes, qui sont les axes nord-sud et est-ouest du puits, au niveau 0,0 m. C'est en effet le centre du puits qui doit déterminer la position de l'ouvrage.

Ces axes sont reportés aux différents niveaux du châssis au moyen d'un théodolite, ce qui permet de relever la position de tous les éléments.

Cette position étant mesurée chaque année à partir des mêmes bases, nous avons pu établir des comparaisons et suivre ainsi l'évolution.

c) Un examen annuel de l'état général de la charpente au point de vue de l'état des assemblages et des déformations des profilés.

22. Résultats des contrôles.

Ces différents contrôles ont fait ressortir que la situation évoluait défavorablement.

a) La différence relative entre les niveaux des pieds des poussards et des montants s'accentuait de plus en plus, comme le fait ressortir le tableau I, ainsi que la figure 4.

TABLEAU I.

		Montants		Poussards	
		Nord	Sud	Nord	Sud
1. Cote théorique (27-11-1953)		+ 600	+ 600	+ 1.200	+ 1.200
2. Nivellement du 15-10-1956		+ 551	+ 586	+ 1.171	+ 1.091
3. Nivellement du 15-10-1958		+ 500	+ 534	+ 1.147	+ 1.040
4. Nivellement du 14-6-1961		+ 468	+ 510	+ 1.106	+ 988
5. Nivellement du 1-7-1963		+ 424	+ 466	+ 1.086	+ 941
6. Différence de niveau entre montants et entre poussards (le 1-7-1963)	en mm	42		145	
7. Affaissement total depuis 1953 (c'est-à-dire en 10 ans)	en mm	— 176	— 134	— 114	— 259
8. Affaissement de 1956 à 58 (2 ans)	en mm	— 51	— 52	— 24	— 51
9. Affaissement de 1958 à 61 (2 1/2 ans)	en mm	— 32	— 24	— 41	— 52
10. Affaissement de 1961 à 63 (2 ans)	en mm	— 44	— 44	— 20	— 47
11. Nivellement du 11-4-1964 (avant le début des travaux)		+ 400	+ 448	+ 1.090	+ 921
12. Affaissement total		— 200	— 152	— 110	— 279
13. Différence de niveau entre montants et poussards (le 11-4-1964)	en mm	48		169	

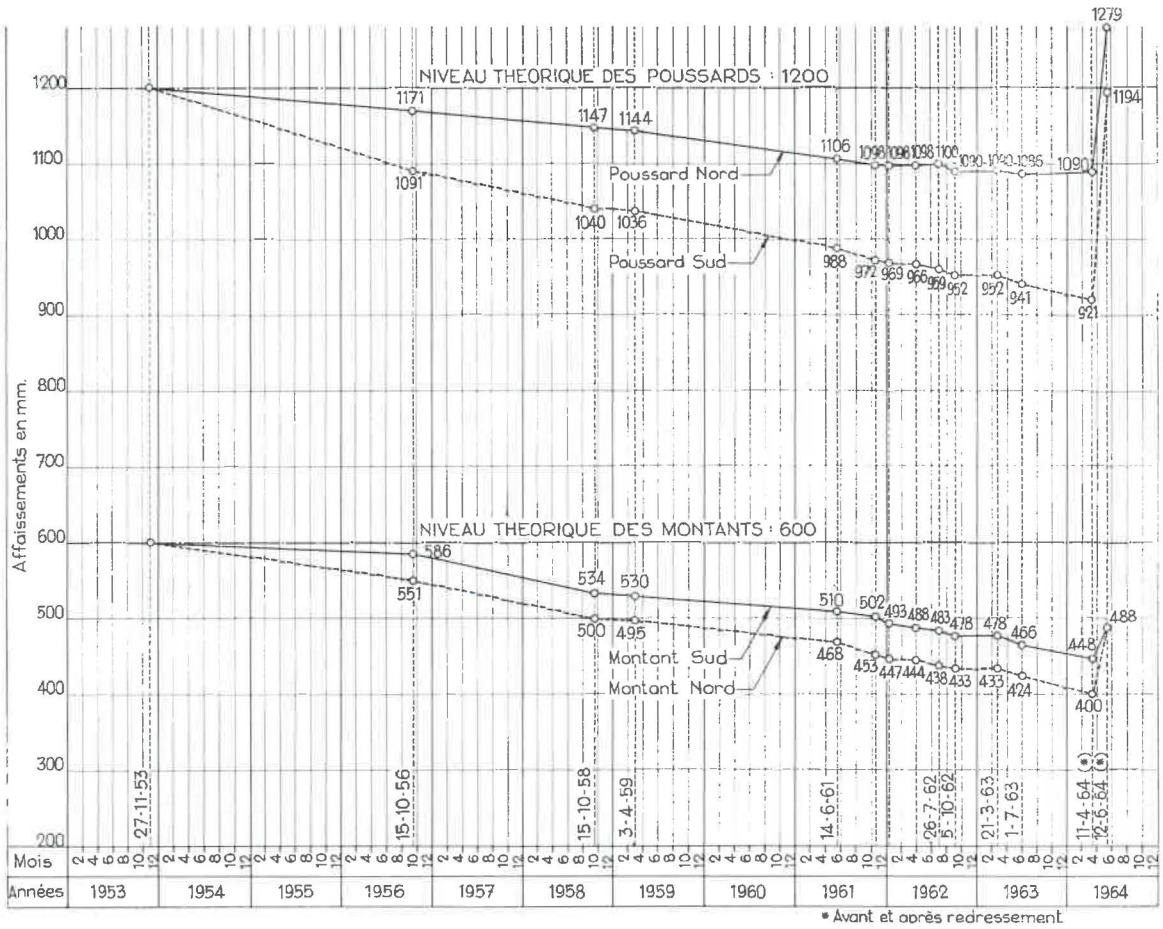


Fig. 4. — Diagramme des affaissements des pieds des montants et des poussards.

b) De l'examen du tableau I et de la figure 4, ont peut déduire également, d'une part, que l'affaissement des poussards est plus important que celui des montants et, d'autre part, que l'affaissement du montant nord est plus important que celui du montant sud (— 200 contre — 152) alors que l'inverse se produit pour les poussards (— 279 pour le poussard sud contre — 110 pour le poussard nord).

Ceci crée un état de torsion dans l'ossature.

c) Ces affaissements ont provoqué :

c.1) Un déplacement de tous les éléments de l'ouvrage par rapport aux axes principaux du puits.

Les déplacements de la tête du châssis se sont particulièrement accentués ces deux dernières années pour atteindre, en 1963, les valeurs reprises aux figures 5 et 6 pour le montant, 7 pour les planchers et la toiture, 8 et 9 pour les molettes.

La déformation figurée sur chacun de ces croquis est celle relevée en 1963.

En regard de chacune de ces cotes figurent les chiffres relevés de 1958 à 1962.

Il suffit de les comparer pour constater, ces dernières années, un mouvement général et continu de tous les éléments supérieurs (planchers des molettes, montants, molettes) vers le sud, tandis que la partie médiane des montants s'éventre vers le nord.

c.2) Des déformations aux entretoises des montants, ainsi que des ruptures d'assemblages.

On comprendra aisément qu'à la suite de la différence d'affaissement des montants (48 mm de plus pour le montant nord que pour le montant sud), les entretoises dont le pied est dirigé vers le montant nord aient été soumises à traction jusqu'à la rupture de l'assemblage de ces barres avec le montant (voir fig. 10 donnant une vue d'ensemble des montants avec la position des assemblages repères a, g et d qui ont cédé). La figure 11 montre un de ces assemblages où tous les boulons ont été cisaillés.

Pour la même raison, les entretoises dont le pied est dirigé vers le montant sud se sont déformées par flambage, leur longueur tendant à diminuer.

La figure 12 nous montre une de ces barres déformées.

c.3) Un déplacement latéral vers le sud, du pied du poussard nord (libre sur sa fondation) provoqué par l'affaissement de la fondation du poussard sud (calé sur sa fondation) — voir figures 13 et 14.

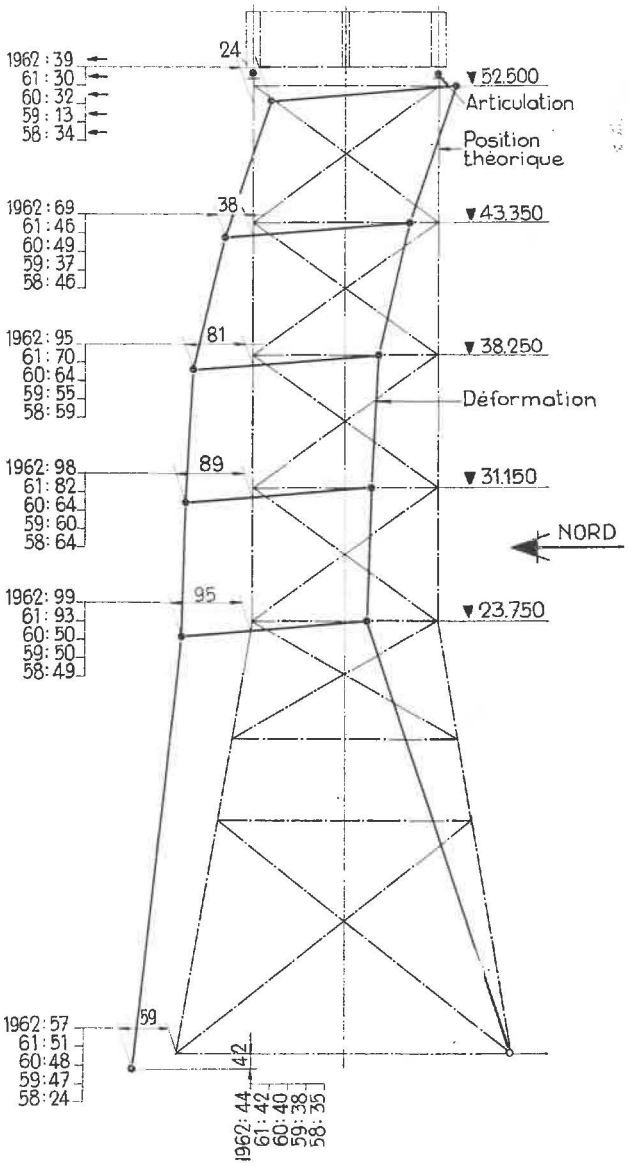


Fig. 5. — Déformation des deux montants dans un plan nord-sud.

Ce mouvement a eu pour conséquence :

c.3.1) Un contact des entretoises du poussard nord avec le béton et l'armature métallique de la fondation (fig. 15).

c.3.2) Un contact du poussard nord avec la corniche du bâtiment des recettes (fig. 16).

c.4) Un contact entre la partie supérieure de l'avant-carré et son guide fixé aux poutres principales du chevalement. Ceci étant dû au fait que l'avant-carré, s'appuyant sur l'avant-puits, ne s'affaisse pratiquement pas, alors que le guide de l'avant-carré, fixé au chevalement, s'affaisse avec celui-ci, le jeu prévu à l'origine s'étant progressivement résorbé pour atteindre une valeur nulle.

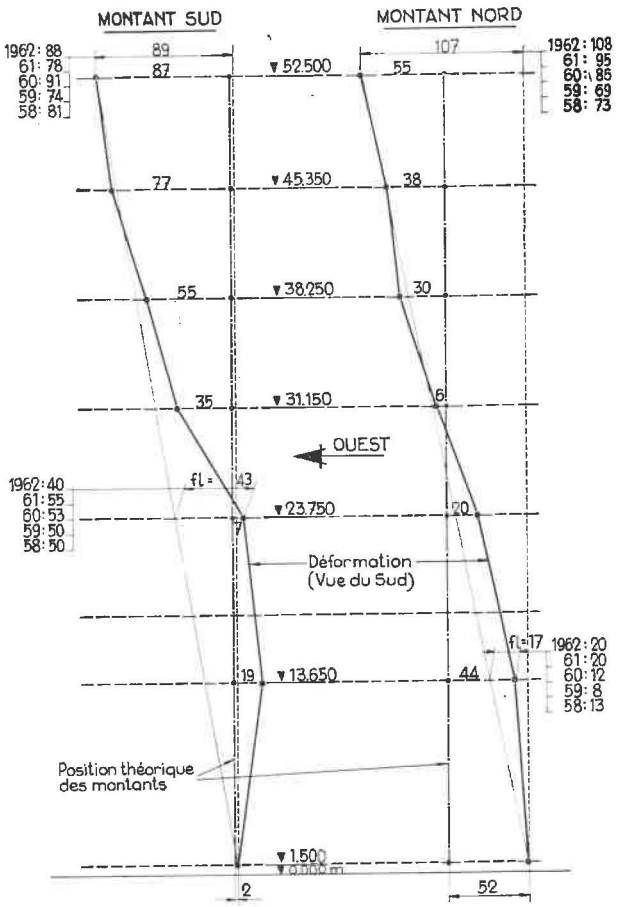


Fig. 6. — Déformation des montants dans un plan est-ouest.

A ce moment le guide, formant butée, transmettait le poids d'une partie du chevalement aux montants de l'avant-carré. Pour remédier à cette situation, ces montants durent être recoupés.

Ces diverses constatations nous ont amenés à consulter des spécialistes en la matière, en l'occurrence les services d'études du département « Ponts et Charpentes » de la Société Anonyme Cockerill-Ougrée, ainsi que les Ateliers de Jambes, afin d'examiner les mesures à prendre.

Il fut décidé d'entamer des travaux de redressement de l'ouvrage à brève échéance car, en attendant plus longtemps, des déformations plus sérieuses risquaient de compromettre singulièrement une remise en état future et d'amener un état n'offrant plus les garanties suffisantes de sécurité.

Un contrôle effectué avant le début des travaux, c'est-à-dire le 11 avril 1964, confirmait la nécessité d'une remise en état, les mouvements s'étant amplifiés d'une façon importante pendant cette dernière période (de juin 1963 à avril 1964). Les résultats de ce contrôle sont indiqués par le tracé repère 1 sur les figures 17 et 18 pour la situation des montants, 19 et 19' pour la situation des planchers et 20 et 21 pour la situation des molettes.

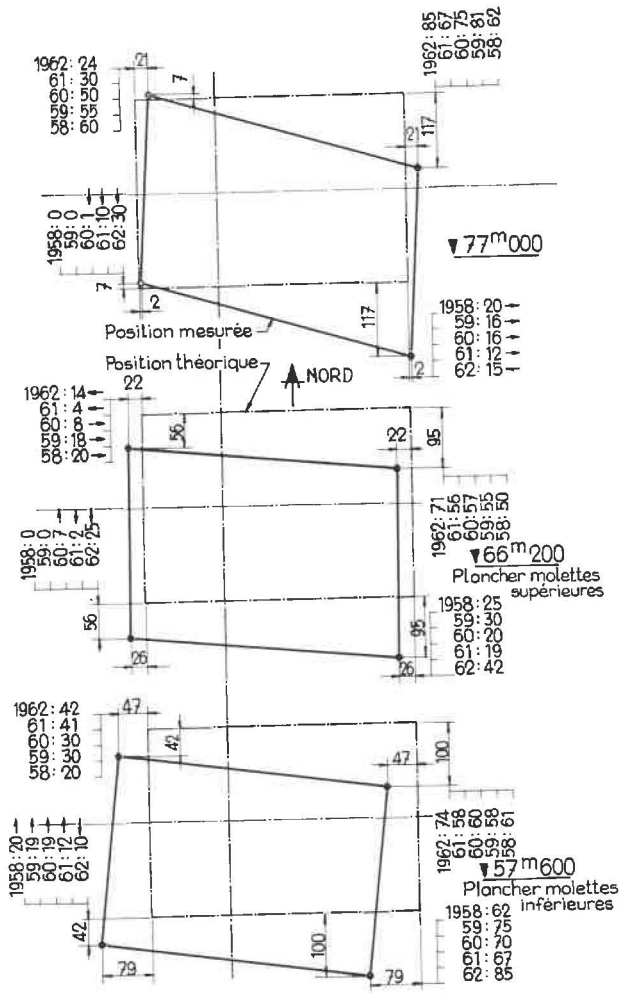


Fig. 7. — Déplacements des planchers des molettes et de la toiture.

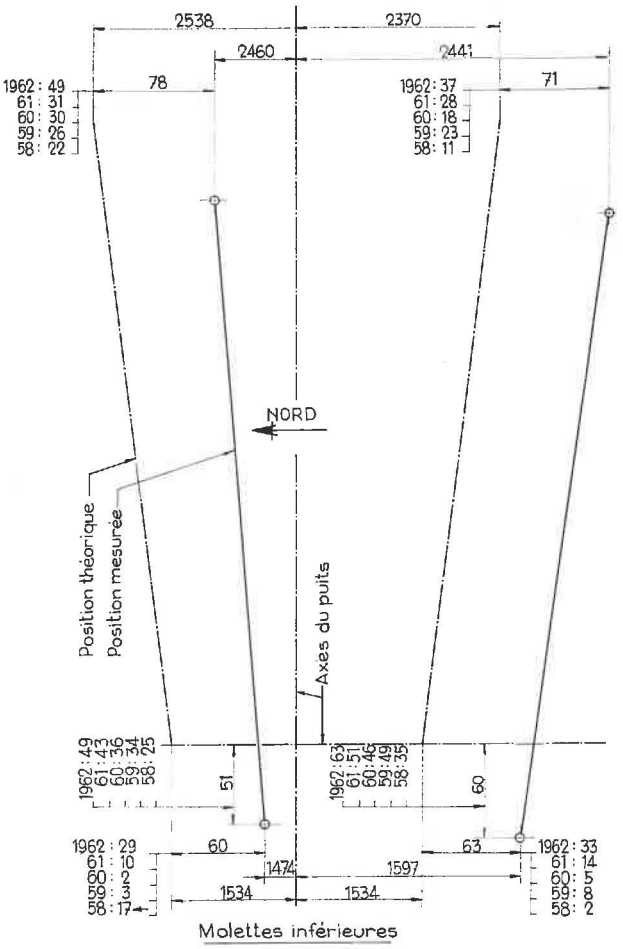


Fig. 8. — Situation et évolution de la position des molettes inférieures.

Sur ces divers croquis, outre le tracé repère 1 représentant la situation le 11 avril 1964, c'est-à-dire au début des travaux, nous avons également fait figurer les différentes positions relevées au cours des travaux de redressement (tracés n° 2, 3, 4, 5) ainsi que la situation à la fin de ceux-ci (tracé repère 6).

Ces six croquis illustrent ainsi l'évolution de la situation au fur et à mesure du déroulement des travaux.

Ils seront donc rappelés à plusieurs reprises au cours du texte et il faudra s'y référer pour examiner les résultats des phases successives des opérations de redressement.

En comparant le tracé n° 1 des figures 17 à 21 aux indications relatives à 1963 sur les figures 5 à 9, on remarque un mouvement général assez sensible de la partie supérieure du chevalement vers le sud-ouest ; en effet :

a) La tête des montants s'est déplacée vers le sud de 53 mm contre 24 mm en 1963, alors que la partie médiane, au niveau de 31,25 m, s'infléchit de 111 mm vers le nord contre 95 mm en 1963 (voir fig. 17 et 5).

b) La partie supérieure du montant sud est déportée de 111 mm vers l'ouest par rapport à son emplacement théorique contre 87 mm en 1963, tandis que celle du montant nord est déportée vers l'ouest de 82 mm contre 55 mm en 1963 (voir fig. 18 et 6).

c) Au plancher des molettes supérieures, le coin nord-ouest se déporte de 56 mm vers l'ouest et de 83 mm vers le sud par rapport au point théorique contre, respectivement, 22 mm et 56 mm en 1963.

Le coin sud-ouest est déporté de 37 mm vers le nord et 83 mm vers le sud contre 26 mm et 56 mm en 1963 (voir fig. 19 et 7).

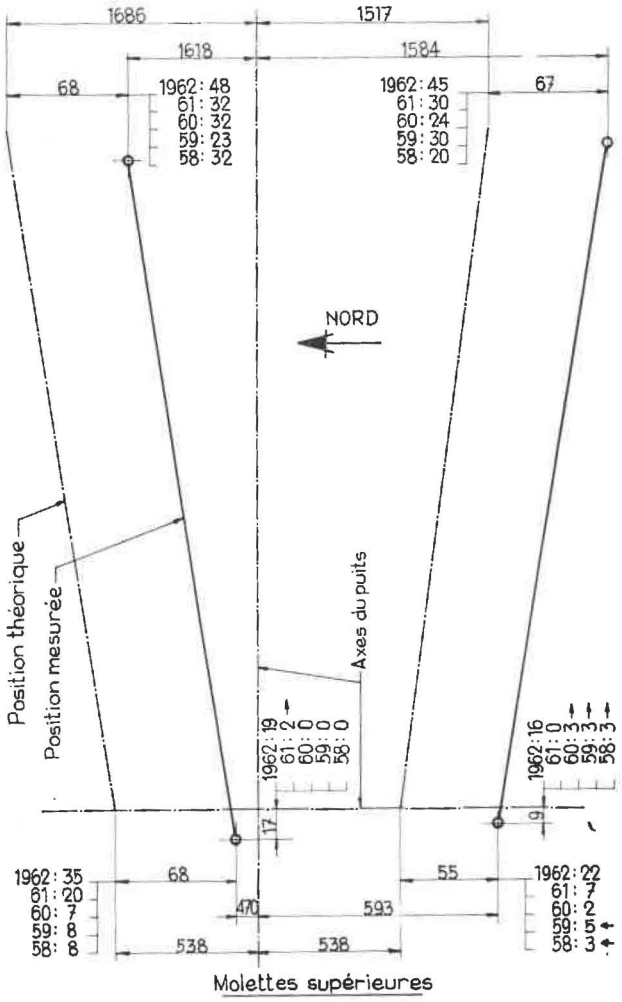


Fig. 9. — Situation et évolution de la position des molettes supérieures.

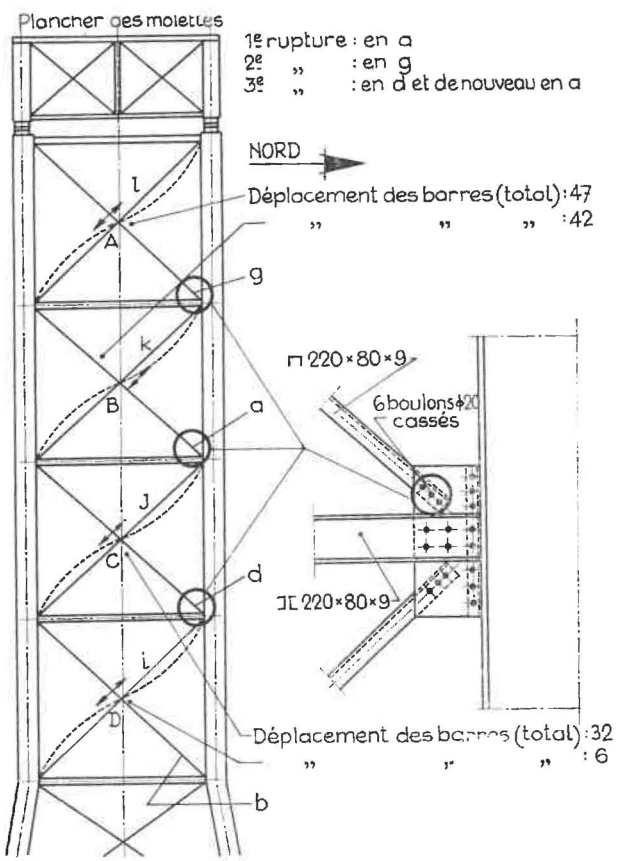


Fig. 10. — Vue en élévation des montants avec la situation des assemblage rompus et des barres déformées.

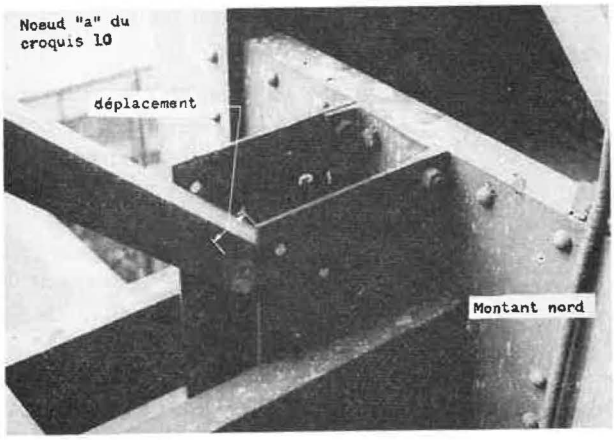


Fig. 11. — Rupture d'un assemblage d'entretoise au montant par cisaillement des boulons (Il s'agit ici de l'assemblage rep. « a » de la fig. 10).

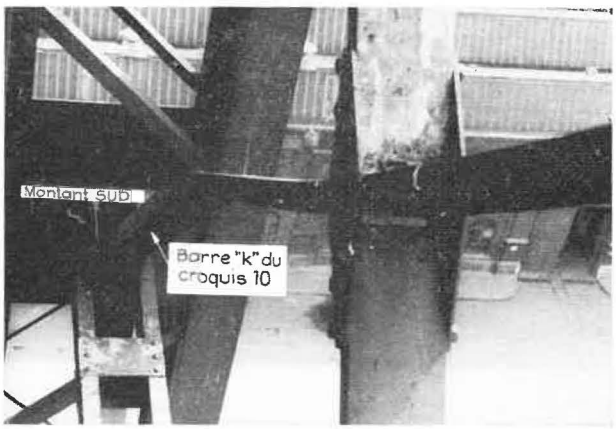


Fig. 12. — Entretoise déformée par flambage (Il s'agit ici de la barre repérée « k » à la figure 10).

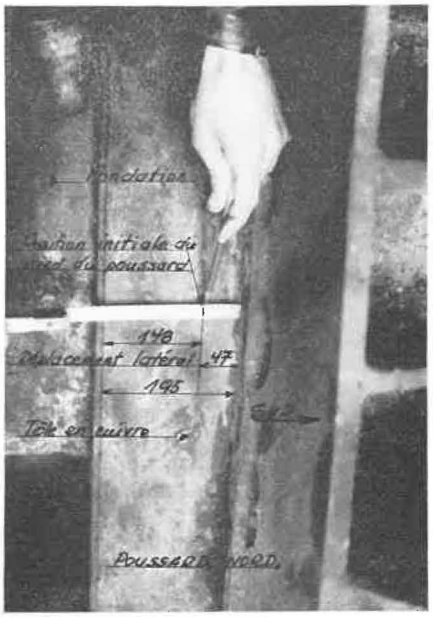


Fig. 13. — Déplacement du pied du poussard nord vers le sud. La pointe du crayon a été posée sur la trace laissée par l'emplacement du pied à l'origine.

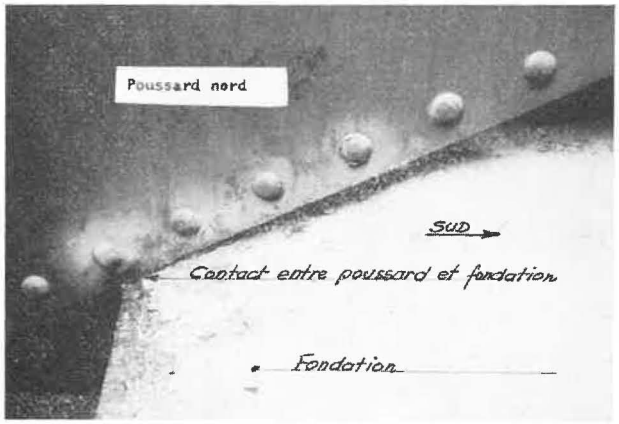


Fig. 15. — Contact entre le poussard nord et sa fondation.

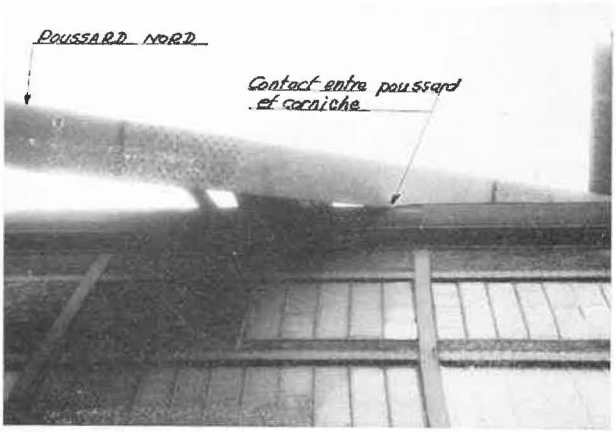


Fig. 16. — Contact entre le poussard nord et la corniche du bâtiment des recettes.

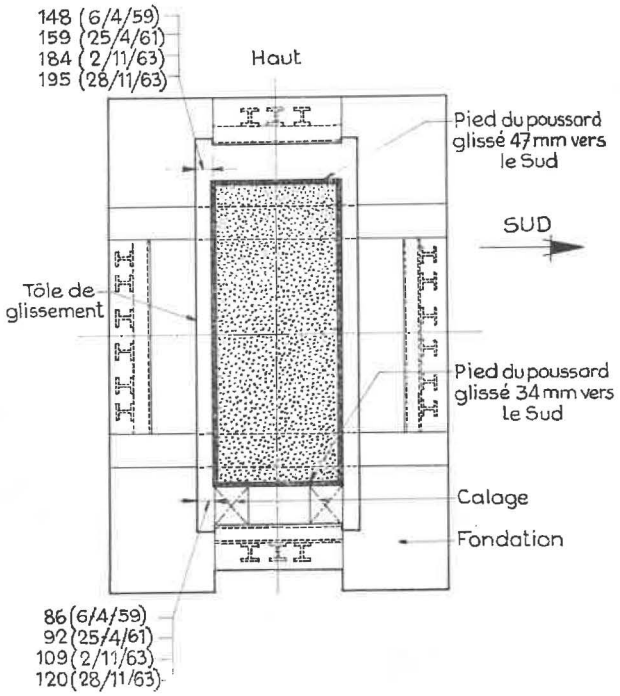


Fig. 14. — Evolution du déplacement du pied du poussard nord du 6 avril 1959 au 28 novembre 1963. On remarque que le glissement max. de la partie supérieure du pied est de 47 mm alors qu'il n'est que de 34 mm à la partie inférieure.

d) Au plancher des molettes inférieures, le coin nord-ouest est déplacé de 73 mm vers l'ouest et 85 mm vers le sud, par rapport au point théorique, contre 47 mm et 42 mm en 1963.

Le coin sud-ouest est déplacé de 83 mm vers l'ouest et 85 mm vers le sud, par rapport au point théorique, contre 79 mm et 42 mm en 1963 (voir fig. 19' et 7).

e) On pourra faire les mêmes constatations concernant les molettes supérieures en comparant le tracé 1 de la figure 20 à la figure 9 et, pour les molettes inférieures, la figure 21 à la figure 8.

f) On notera qu'à ce moment (le 11 avril 1964) la différence de niveau entre les pieds des montants était de 48 mm (le montant nord étant le plus affaissé) et celle entre les poussards de 169 mm (le poussard sud étant le plus affaissé). En 1963, ces

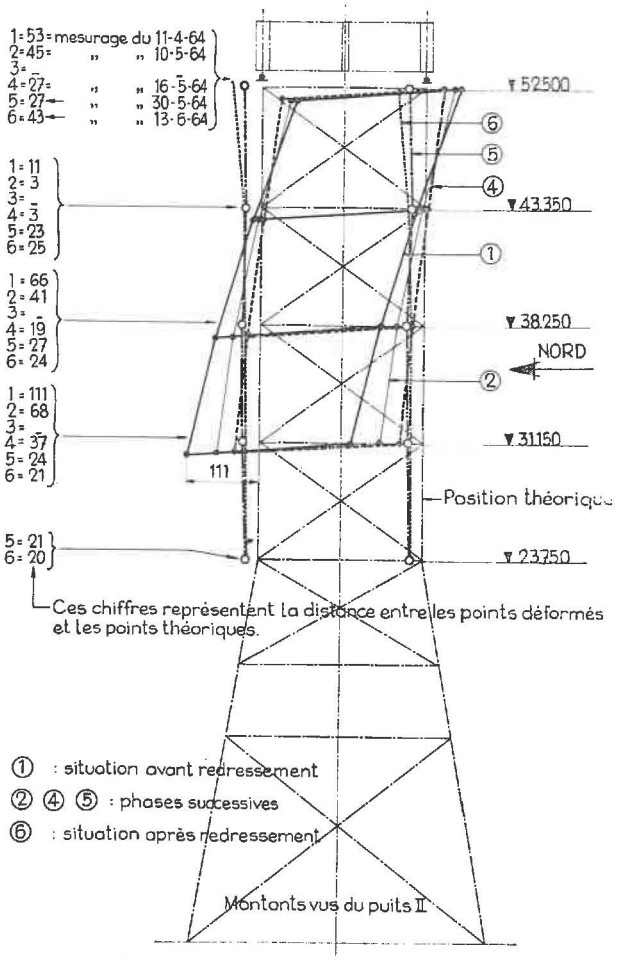


Fig. 17. — Evolution de la déformation des montants dans un plan nord-sud au cours des travaux.

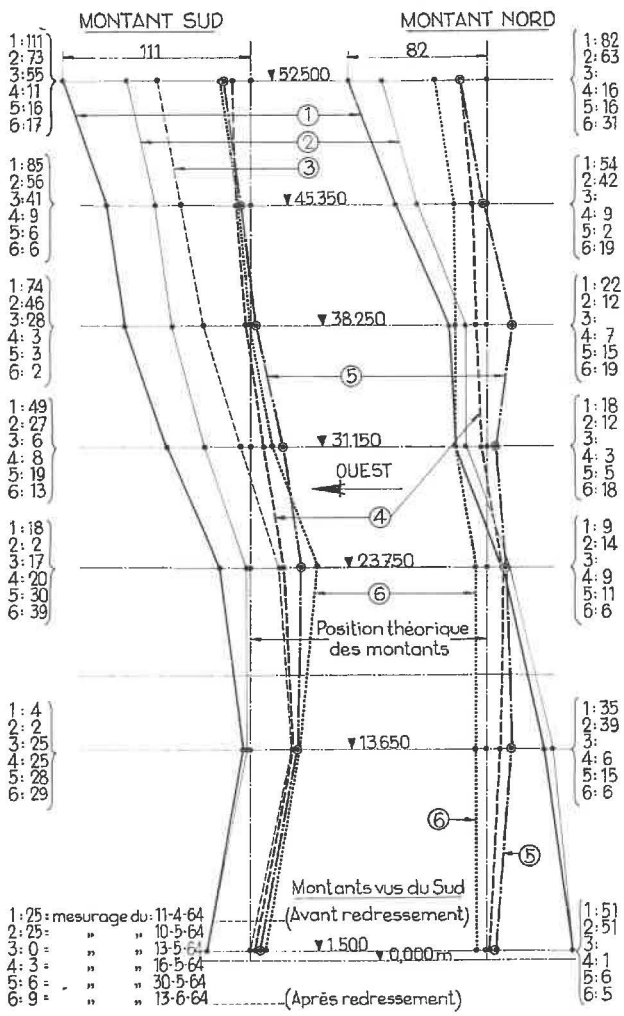


Fig. 18. — Evolution de la déformation des montants dans un plan est-ouest pendant les travaux.

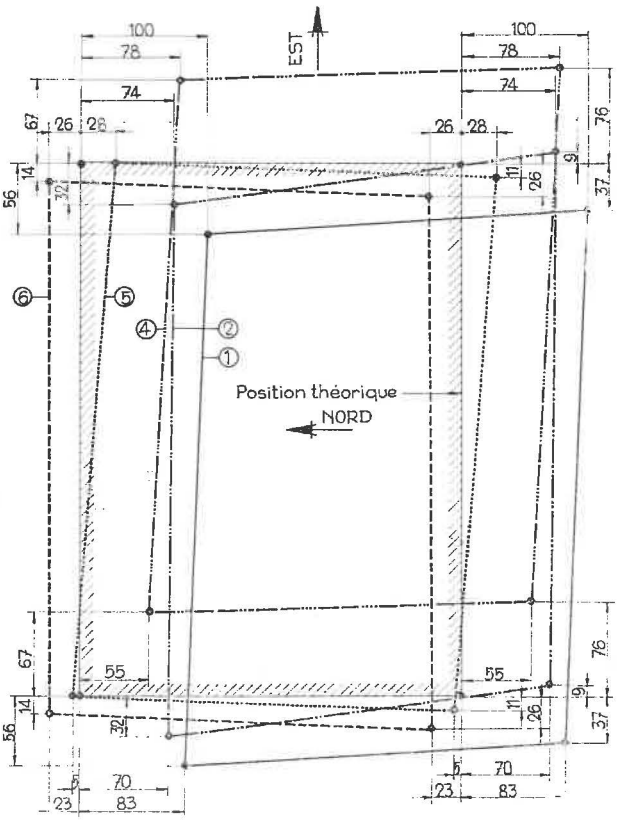


Fig. 19. — Evolution de la position du plancher des molettes supérieures pendant les travaux de redressement.

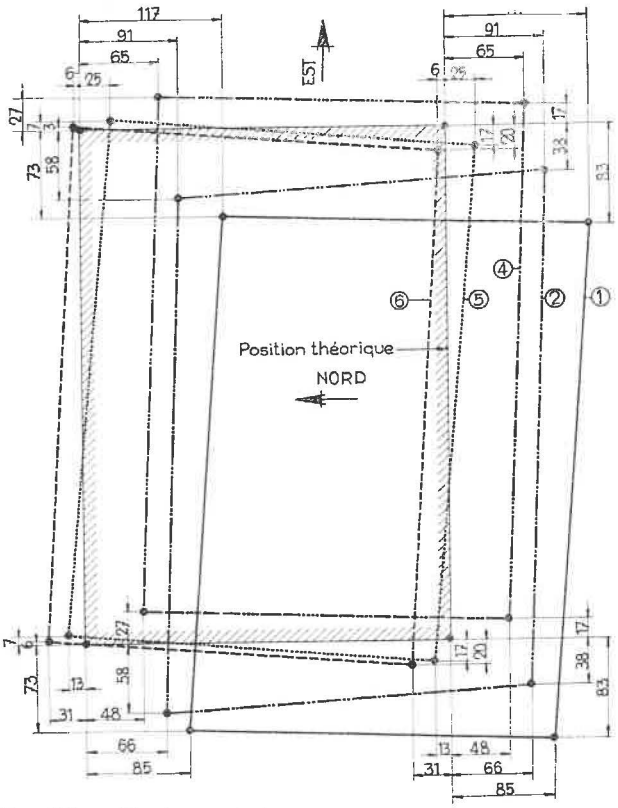


Fig. 19'. — Evolution de la position du plancher des molettes inférieures pendant les travaux.
coin inférieur gauche : en dessous de 7, lire 3 au lieu de 6

(1) situation avant redressement — (2) (4) (5) phases intermédiaires — (6) situation après redressement

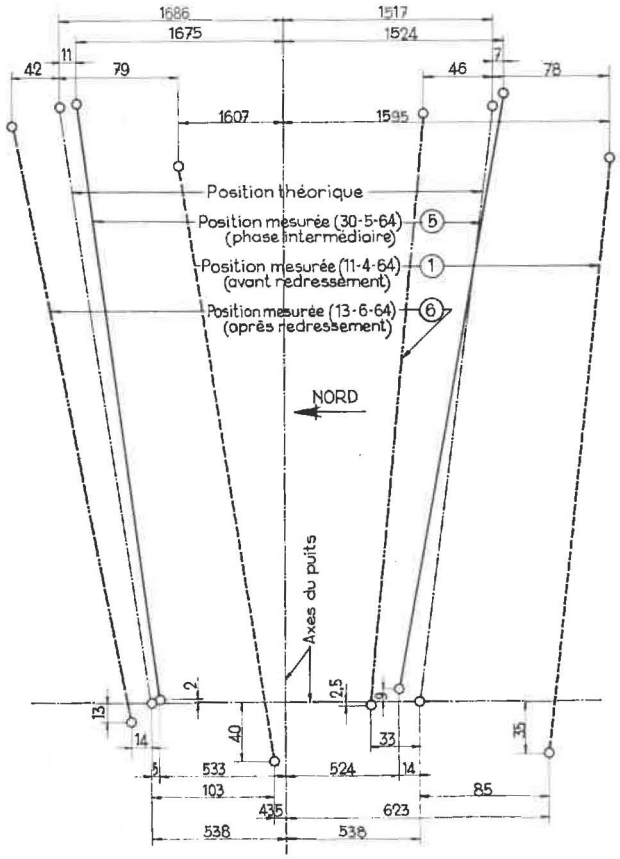


Fig. 20. — Evolution de la situation des molettes supérieures au cours des travaux.

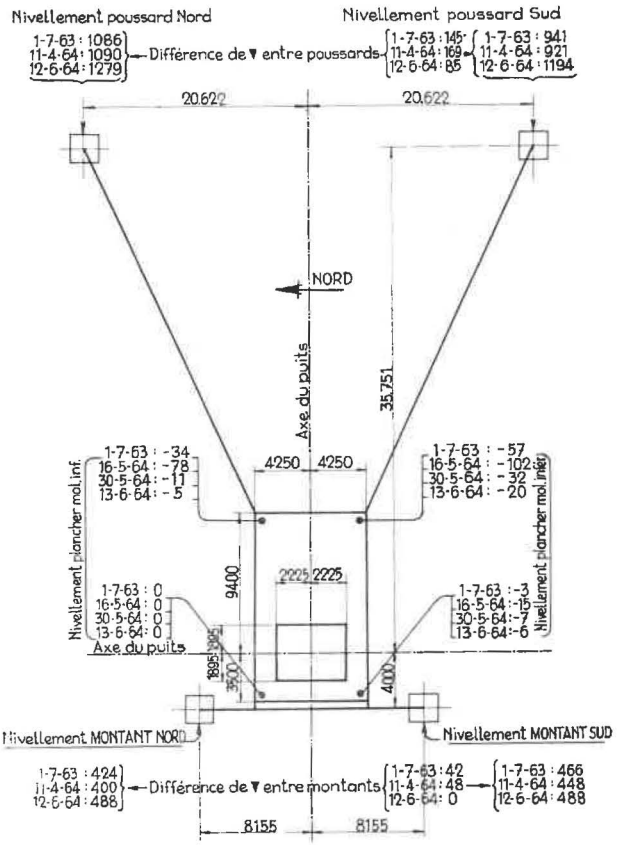


Fig. 22. — Vue en plan schématique du chevalement avec le nivellement des pieds des poussards et des montants ainsi que du plancher des molettes inférieures.

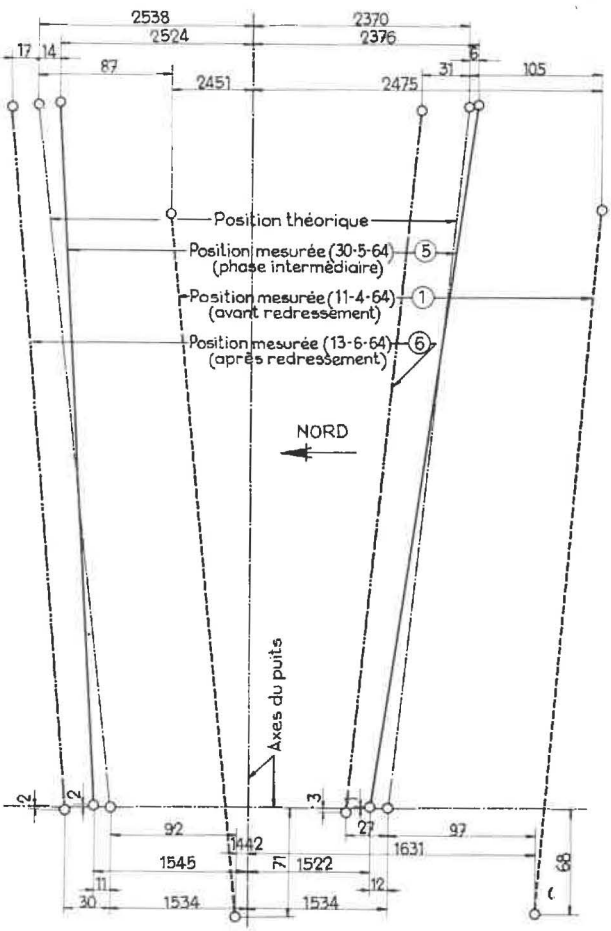


Fig. 21. — Evolution de la situation des molettes inférieures pendant les travaux de redressement.

différences étaient respectivement de 42 mm et 145 mm. La figure 22 qui donne une vue en plan schématique de l'ouvrage, indique les différents niveaux de 1963 et ceux de 1964 avant et après redressement.

3. TRAVAUX DE REDRESSEMENT

La commande de la remise en état du chevalement a été passée aux Ateliers de Jambes le 26 mars 1964. Les travaux ont débuté le 6 avril 1964 et ils ont été terminés le 19 juin 1964, soit une durée de 51 jours ouvrables.

Cette remise en état peut être décomposée en 3 phases principales :

a) 1re phase : travaux préparatoires (durée : 20 jours) ;

b) 2me phase : redressement proprement dit (durée : 17 jours) ;

c) 3me phase : travaux de parachèvement et démontage du matériel (durée : 14 jours).

31. 1re phase : Travaux préparatoires.

Durée : Du 6 avril 1964 au 4 mai 1964, soit 20 journées.

Personnel occupé :

a) 1 Brigade des Ateliers de Jambes, comprenant :
   — 1 chef-monteur
   — 2 brigadiers
   — 10 à 11 monteurs

b) 5 monteurs du Charbonnage.

Description des travaux exécutés.

Succession des opérations :

1) Préparation du chantier, déchargement du matériel de montage.

2) Placement de 4 haubans (rep. A - B - C - D de la fig. 23 et fig. 24) composés chacun de 4 câbles, fixés d'une part à la partie supérieure des montants et reliés d'autre part à 4 treuils de 6 t.

Ces haubans ont été placés pour assurer la sécurité au cours des diverses opérations et pour permettre d'agir sur la position de la tête du châssis. L'amarrage des treuils a été réalisé au moyen de câbles enroulés autour de traverses de chemin de fer enfouis à 2,50 m de profondeur dans le sol.

3) Placement de deux haubans supplémentaires, côté sud (repères E et F de la fig. 23 et fig. 25) reliés d'une part à la partie médiane des montants et d'autre part à 2 treuils fixes de 6 t, dans le but de pouvoir supprimer l'inflexion des montants vers le nord.

4) Préparation et placement d'une traverse de liaison entre montants (fig. 24) au niveau de la fixation des haubans supérieurs dans le but d'absorber les efforts produits par ceux-ci sur les montants.

5) Appropriation des fers U constituant les entretoises des montants et placements de goussets avec trous oblongs, en remplacement des goussets centraux de chacun des croisillons entre montants (goussets repère A, B, C, D de la fig. 10 et fig. 26) en prenant la précaution d'opérer le remplacement pièce par pièce.

Chacun des croisillons étant constitué de 2 barres dont l'une est en 2 pièces et l'autre en une pièce, cette dernière a été scindée en deux parties de façon à permettre un allongement ou un raccourcissement de ces barres lors des remises à niveau des montants et des poussards et ceci grâce à la suppression des assemblages rigides existants et à leur remplacement par des goussets à trous oblongs.

Ces assemblages ont été établis en utilisant des boulons à haute résistance serrés à l'aide de clefs dynamométriques (couple : 58 kgm).

Cette technique a été adoptée pour permettre de supprimer les tensions provoquées dans les barres des contreventements par les différents mouvements de redressement qui tendent à allonger ou à raccourcir celles-ci.

La réalisation des assemblages par boulons à haute résistance a été préférée aux trois procédés classiques : soudure, rivets, boulons tournés, en raison d'abord des difficultés supplémentaires inhérentes à chacun de ces procédés, mais surtout pour les avantages donnés par ce mode d'assemblage.

En effet, la soudure conduit à des assemblages moins souples et donne aux nœuds des dimensions telles que les moments secondaires sont loin d'être négligeables ; de plus, il n'est pas possible de modifier ces nœuds par après.

Les rivures imposent des réalésages sur place et des échafaudages importants permettant l'opération de rivetage en toute sécurité à des hauteurs très grandes. De même, les assemblages par boulons tournés imposent un réalésage très précis. Les boulons à haute résistance sont entrés depuis quelques années dans les procédés d'assemblage. Ils ont été admis dans ce cas précis, étant donné les multiples avantages sur les procédés normaux.

Toutefois, l'application faite dans le cas présent a demandé beaucoup de précautions car elle n'était pas classique et s'écartait sensiblement des règlements régissant l'emploi de tels boulons. Il est donc prudent que les utilisateurs s'inspirent des règlements et, à ce sujet, il faut signaler que, dans peu de temps, l'I.B.N. va publier un document très important. Ce document s'inspire des règlements existants et spécialement des règlements allemand et américain, mais a été revu pour tenir compte des normes belges et d'essais complémentaires effectués.

Or, dans ce cas, les techniciens responsables ont pensé que les capacités des boulons à haute résistance permettaient de résoudre élégamment le problème, même en s'écartant des règles mais en prenant des précautions spéciales.

Ainsi, un boulon à haute résistance doit se loger normalement dans un trou d'un diamètre supérieur de 2 mm au diamètre du boulon. Or, ici, on a placé les boulons dans des boutonnières. Par conséquent, sans précaution supplémentaire, la pression de contact eut été supérieure à la normale.

Pour améliorer cet état de choses, on a placé des intercalaires en acier dur, dont le rôle était une répartition plus large et donc une diminution de pression. D'autres points du règlement ont été enfreints mais les bureaux d'études responsables l'ont toujours fait en connaissance de cause et en apportant les palliatifs correspondants.

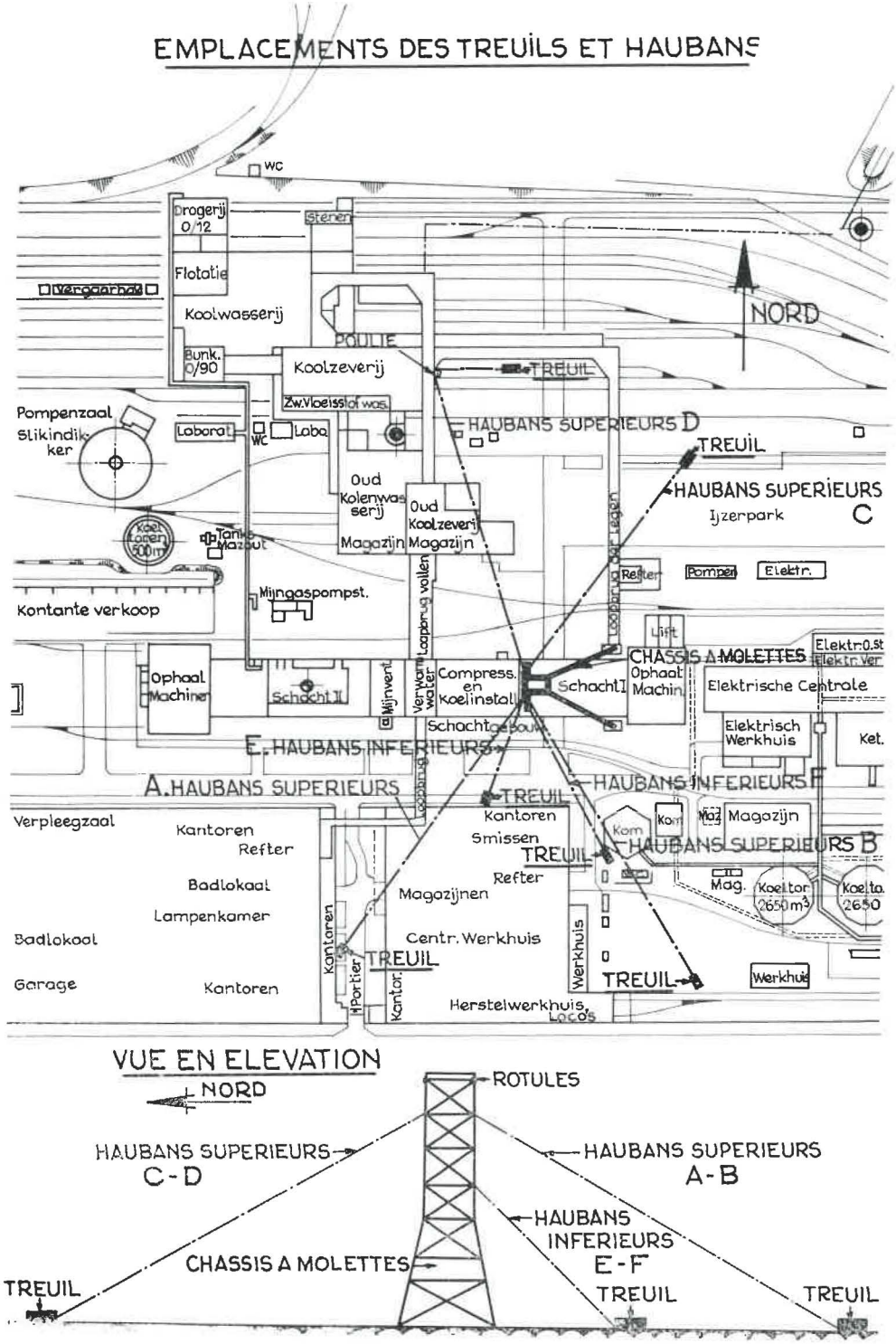


Fig. 23. — Vue schématique des installations de surface avec la position du châssis à molettes, des treuils et des haubans.

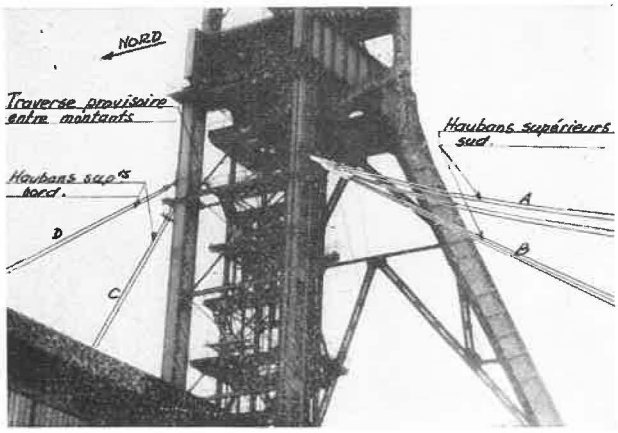


Fig. 24. — Vue des 4 haubans supérieurs A, B, C et D et leur fixation aux montants : on remarque également, à ce niveau, la traverse provisoire placée entre ces montants pour absorber les efforts produits par les haubans.

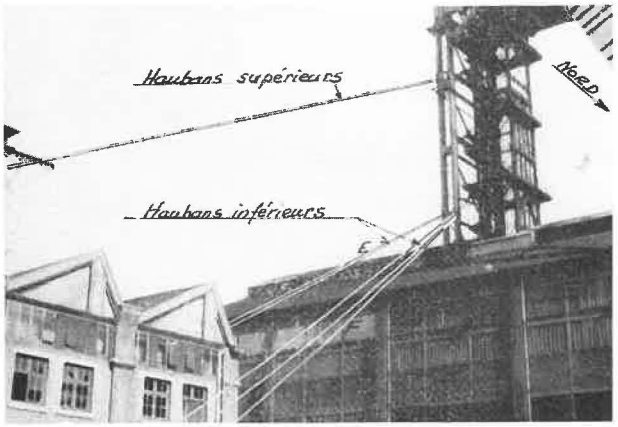


Fig. 25. — Vue des haubans inférieurs E et F fixés à la partie médiane du montant sud.

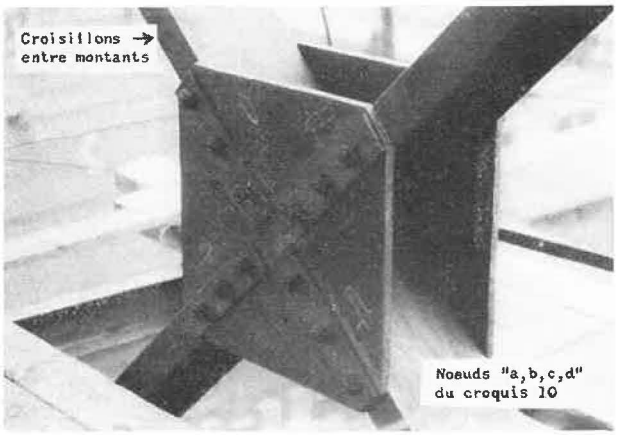


Fig. 26. — Assemblages provisoires de croisillons entre montants prévus avec trous oblongs et boulons à haute résistance en remplacement des assemblages rigides existants.

Des échafaudages ont été établis au niveau de chacun de ces assemblages pour permettre d'agir sur les boulons après chaque levée.

6) Préparation des calages nécessaires pour placer sous les pieds des montants, des poussards ainsi que pour les vérins. L'opération a nécessité :

a) pour le montant nord :

6 pièces de 560 × 666 en tôle d'acier ép. 3 mm
6 pièces de 560 × 666 en tôle d'acier ép. 5 mm
48 pièces de 560 × 666 en tôle d'acier ép. 10 mm
16 pièces de 300 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm

b) pour le montant sud :

24 pièces de 560 × 666 en tôle d'acier ép. 10 mm
8 pièces de 300 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm

c) pour le poussard nord :

4 pièces de 300 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm
8 pièces de 400 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm
16 pièces de 500 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm
8 pièces de 700 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm
16 pièces de 300 × 100 en tôle d'acier ép. 10 mm
70 pièces de 320 × 300 en tôle d'acier ép. 10 mm
(pour calage sur le plan incliné)

d) pour le poussard sud :

10 pièces de 300 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm
20 pièces de 400 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm
40 pièces de 500 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm
20 pièces de 700 × 2000 en tôle d'acier ép. 10 mm
40 pièces de 300 × 100 en tôle d'acier ép. 10 mm
85 pièces de 320 × 300 en tôle d'acier ép. 10 mm
(pour calage sur le plan incliné)

La disposition de ces calages sous les pieds est représentée à la figure 27.

e) calages pour vérins :

70 pièces de 200 × 200 × 10 (fig. 28).

7) Libération des points de pénétration des éléments du chevalement dans le bâtiment des recettes (murs, toiture, plancher, contreventements entre colonne sous le plancher de 15 m) pour éviter tout contact pendant le redressement.

8) Décapage du béton des fondations des poussards entrant en contact avec les entretoises de ceux-ci, pour permettre les mouvements latéraux nécessaires (fig. 15).

9) Placement des pompes et des vérins pour le soulèvement et les déplacements latéraux des montants et des poussards (fig. 2, 3, 28 et 29).

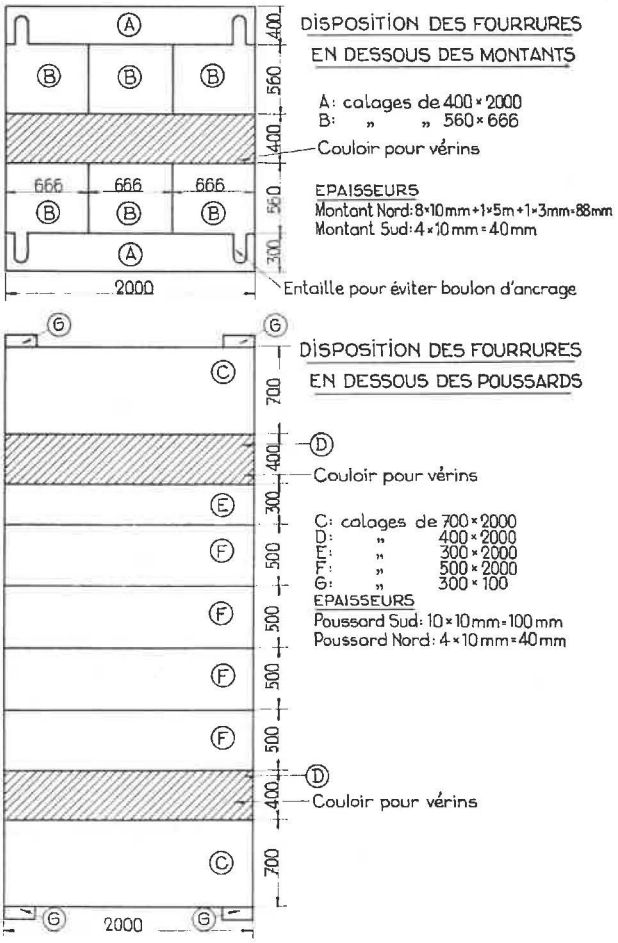


Fig. 27. — Disposition des calages.

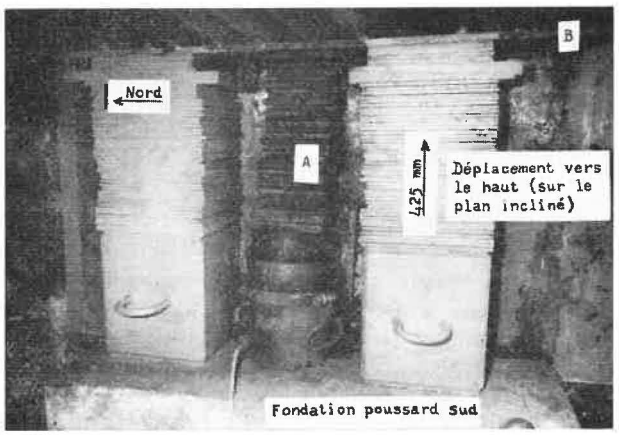


Fig. 28. — Série de calages utilisés pendant l'opération de glissement avec en dessous le vérin de 100 t. De part et d'autre, les calages placés à la base du plan incliné après le glissement total du pied sur le plan incliné.

A. Vérin de 100 t. — B. Poussard.

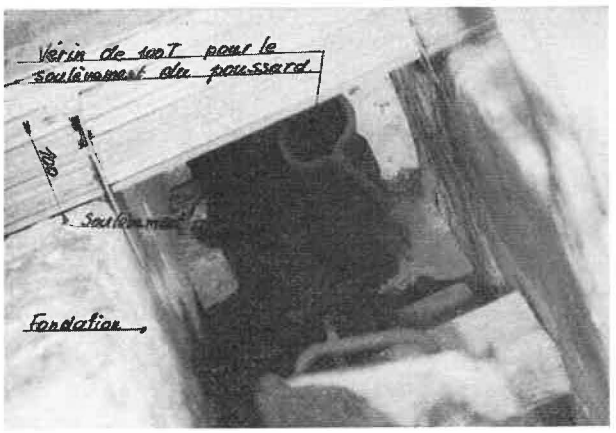


Fig. 29. — Installation d'un vérin de 100 t sous la base du poussard en vue du soulèvement. Cette photo a été prise après le soulèvement et on remarque les épaisseurs placées sous le pied.

Les vérins suivants ont été utilisés :

pour les montants :

levage	2 × 200 t
déplacement latéral	2 × 100 t

pour les poussards :

levage	4 × 100 t
déplacement latéral	2 ou 1 × 100 t.

La disposition de ces vérins est indiquée à la figure 30.

Remarques.

1) Il est à noter qu'au cours de cette période de préparation, le montant nord a été soulevé de 20 mm pour être remis en charge.

Nous avions remarqué, en effet, à la suite des nivellements effectués, que le montant nord s'affaissait plus fort que le montant sud. Or, un nivellement de la face ouest du plancher des molettes inférieures, qui pose directement sur les montants, par l'intermédiaire des rotules et qui, théoriquement, devrait suivre les mouvements de ceux-ci, indiquait que le point nord-ouest de ce plancher était 3 mm plus haut que le point sud-ouest (fig. 22). Le plancher n'avait donc pas suivi les mouvements des montants.

Une visite des rotules révéla que le couvercle protégeant celles-ci s'enlevait facilement à la rotule sud, alors qu'il était calé au nord.

On pouvait donc supposer que le montant nord exerçait une traction sur cette rotule, autrement dit, qu'il y était pendu. Ce qui laissait présager que le montant sud recevait toute la charge (c'est-à-dire le double de celle pour laquelle il avait été calculé).

Cette situation pouvant être dangereuse, non seulement pendant les travaux de redressement, mais également en temps normal, fut corrigée dès le début en effectuant la remise en charge dont il est question ci-dessus.

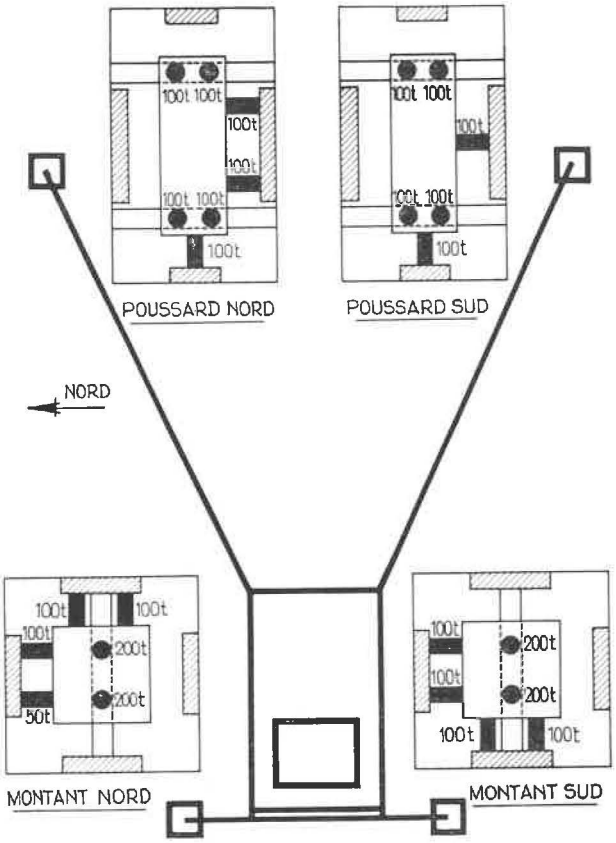


Fig. 30. — Disposition schématique des vérins.

2) Des fils à plomb furent placés le long des montants afin de pouvoir suivre l'évolution de ceux-ci au fur et à mesure du déroulement des opérations. Ils ne s'avérèrent d'aucune utilité, car bien que lestés d'une charge de 100 kg, leur instabilité, due au vent, ne permit pas des mesures précises.

32. 2e phase : Redressement proprement dit.

Durée : Du 5 mai 1964 au 1 juin 1964, soit 17 jours ouvrables.

Personnel occupé :

a) 1 Brigade des Ateliers de Jambes, comprenant :
- — 1 chef-monteur
- — 3 brigadiers
- — 12 monteurs

b) 3 monteurs du charbonnage.

Description des travaux exécutés.

Pour bien suivre la succession des opérations de redressement, on consultera utilement les figures 31, 31a et 31b.

La figure 31 b donne le détail des opérations de levée et de glissement sur le plan incliné du pied du poussard sud.

La fig. 31 a donne les mêmes détails pour le pied du poussard nord et la fig. 31 indique, sur une vue en plan schématique, la somme des mouvements effectués sur chacun des éléments.

321. 1er stade du 5 au 15 mai 1964, soit 7 jours ouvrables).

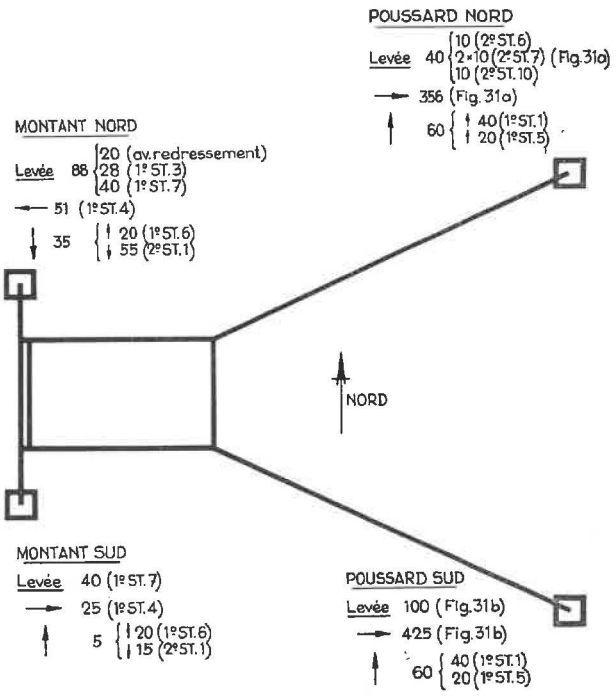
Succession des opérations :

1) Riper les pieds des poussards nord et sud de 40 mm vers le nord en 8 étapes de 5 mm.

2) Pousser le poussard sud vers l'est (sur le plan incliné de fondation) de 80 mm en 5 étapes de 16 mm.

3) Lever le montant nord de 28 mm (20 mm ayant déjà été soulévés lors de la mise en charge) pour combler la différence de niveau de 48 mm entre les 2 montants ; opération faite en 14 étapes de 2 mm.

4) Riper le montant nord de 51 mm vers l'ouest et le montant sud de 25 mm vers l'est, pour les ramener dans la bonne position par rapport à l'axe nord-sud du puits.



Les chiffres entre parenthèses représentent la succession des opérations reprisent au rapport

Fig. 31. — Vue en plan schématique avec indication des mouvements effectués sur chacun des pieds.

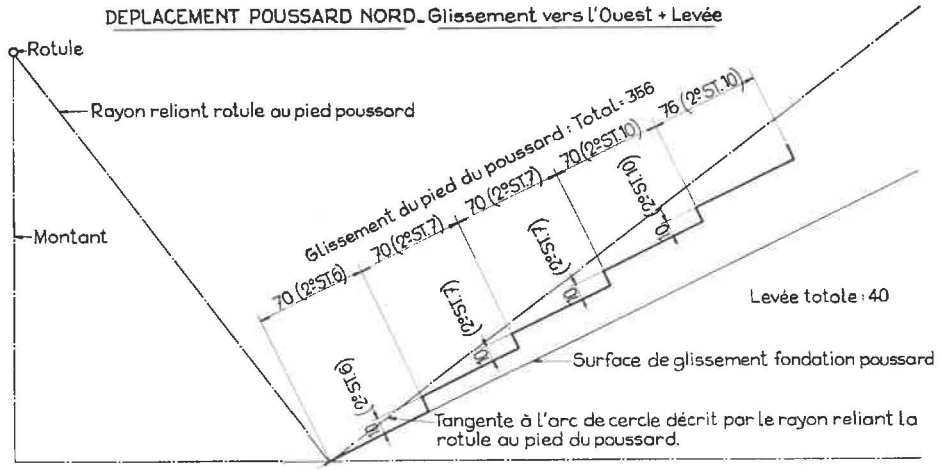


Fig. 31 a. — Détail des mouvements (levée et glissement sur le plan incliné de l'assise) effectués au pied du poussard nord.

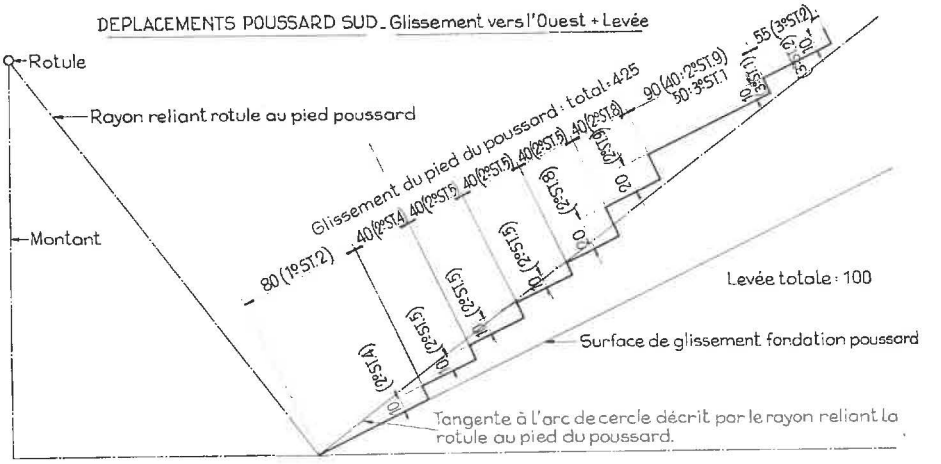


Fig. 31 b. — Détails des mouvements (levée et glissement sur le plan incliné de l'assise) effectués au pied du poussard sud.

5) Faire glisser les pieds des poussards de 20 mm vers le nord.

6) Faire glisser les pieds des montants de 20 mm vers le nord.

7) Lever les 2 montants de 40 mm dans le but d'amorcer le mouvement vers l'est de la tête du chevalement.

8) Pendant ces opérations, c'est-à-dire entre chaque étape de levage ou de glissement, on a procédé au desserrage et au serrage des boulons à haute résistance des assemblages centraux des croisillons entre montants, pour libérer les tensions occasionnées par les différents mouvements, dans les barres.

Au cours de cette opération, on a observé des allongements ou des raccourcissements des contreventements. Ces valeurs ont atteint à la fin de ce 1er stade :

au 1er croisillon (supérieur) 36 mm
au 2e croisillon 32 mm
au 3e croisillon 22 mm
au 4e croisillon (inférieur) 2 mm (voir fig. 10 sur laquelle les déplacements totaux sont indiqués).

On a de plus exercé une traction avec les haubans supérieurs vers le nord et une traction vers le sud avec les haubans inférieurs, afin de diminuer la flèche existante.

9) Résultats obtenus :

Un premier contrôle a été effectué le 10 mai 1964 après achèvement du point 1 et la moitié du point 2 repris ci-dessus (voir fig. 17, 18, 19 et 19', trait rep. 2).

Un deuxième contrôle, après achèvement complet de ce premier stade, a été fait le 16 mai 1964 (fig. 17, 18, 19 et 19', trait rep. 4).

En comparant la position avant redressement (c'est-à-dire le trait 1) avec la position obtenue trait 4, on s'aperçoit que le mouvement ramène tous les éléments vers leur position idéale.

a) La tête des montants s'est déplacée de 26 mm vers le nord (fig. 17, trait rep. 4) ;

b) La flèche à la partie médiane qui était de 111 mm est réduite à 37 mm (fig. 17, trait 4) ;

c) L'inclinaison de la tête du montant sud vers l'ouest est passée de 111 mm à 11 mm et celle du montant nord de 82 à 16 mm (fig. 18, trait 4) ;

d) Les pieds des montants sont pratiquement en place (fig. 18, trait 4) ;

e) Le plancher des molettes inférieures s'est déplacé vers le nord ; la face ouest de 37 mm (à regagner : 85) ; la face est de 52 mm (pour 117 à regagner) (fig. 19', trait 4).

La dénivellation de ce plancher s'est accentuée par suite du relevage des montants. La différence de niveau entre le coin nord-ouest et le coin sud-est est de 102, contre 57 avant redressement (fig. 22) ;

f) Le plancher des molettes supérieures se déplace également vers le nord comme le demande sa position 28 mm pour la face ouest et 22 mm pour la face est (fig. 19, trait 4).

On remarque sur les figures 19 et 19' l'incidence du relevage des pieds des montants (opérations 3 et 7 de ce premier stade) sur la position de la tête du chevalement, en comparant les traits 1 et 4 de ces figures.

Au niveau des molettes supérieures, la face sud s'est déplacée de 113 mm vers l'est et la face nord de 123 mm dans la même direction.

Au niveau des molettes inférieures, le plancher s'est déplacé de 100 mm vers l'est.

322. 2e stade (du 19 au 29 mai 1964, soit 9 jours ouvrables).

Succession des opérations :

1) Déplacer le pied du montant nord de 55 mm vers le sud et celui du montant sud de 15 mm vers le sud afin de se rapprocher de l'axe et de l'écartement correct entre ces 2 pieds (cote obtenue 16.323 pour une cote théorique de 16.310) (fig. 31).

2) Préparer et placer des calages aux pieds des 2 montants pour les immobiliser dans tous les sens (fig. 32).

3) Déplacer les calages latéraux du pied du poussard sud (fig. 3) pour les replacer au nord (fig. 33 et 34). Il est en effet plus logique que celui-ci soit calé parce que c'est la fondation sud qui subit les affaissements les plus importants. Dans ce cas, elle pourra s'affaisser sans entraîner le pied du poussard nord comme c'était le cas précédemment.

4) Soulever le pied du poussard sud de 10 mm en 4 étapes (libérer les tensions dans les contreventements des montants entre chaque étape) et le faire glisser de 40 mm vers l'est, sur la rampe, en 1 étape (fig. 31 b).

5) Répéter 3 fois l'opération n° 4 ci-dessus.

6) Faire glisser le poussard nord de 70 mm vers l'est sur la rampe et le soulever de 10 mm en 4 étages (libérer les tensions) (fig. 31 a).

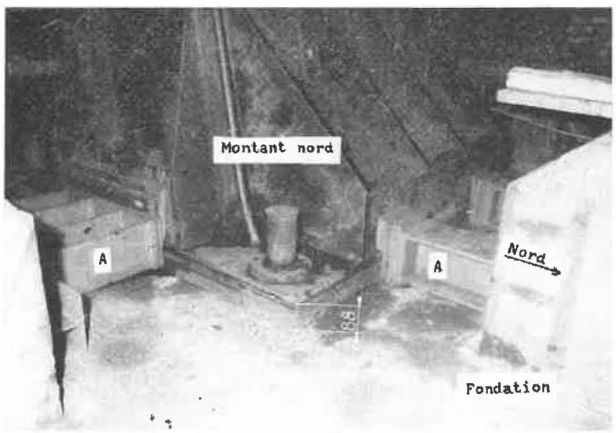


Fig. 32. — Base du montant nord montrant d'une part les calages latéraux servant à immobiliser le pied du montant et d'autre part, les épaisseurs de 88 mm placées en dessous de la base lors des opérations de soulèvement.

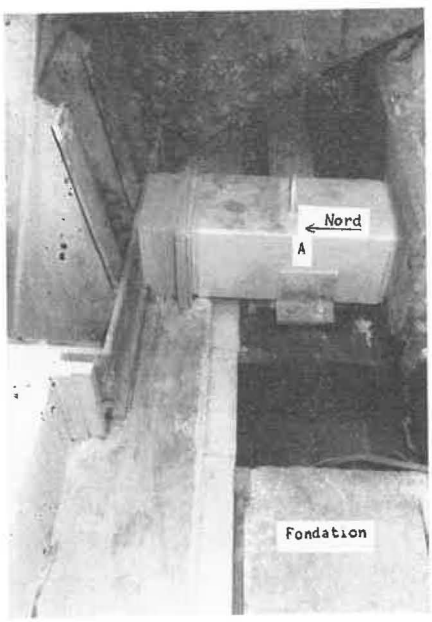


Fig. 33. — Calage latéral transféré du poussard sud au poussard nord (côté sud) en vue d'éviter les déplacements à l'avenir.

A. Calage latéral, côté sud.

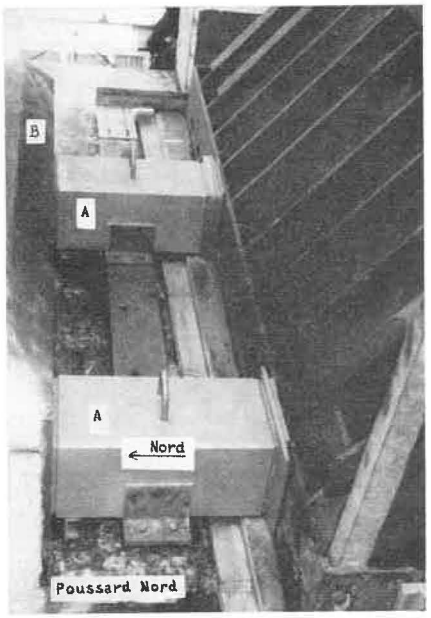


Fig. 34. — Calage latéral placé au poussard nord, côté nord. A. Calages latéraux, côté nord. — B. Fondation.

7) Répéter deux fois l'opération n° 6.

8) Soulever le poussard sud de 20 mm en 2 étapes de 10 mm et le faire glisser sur le plan incliné de 40 mm vers l'est (libérer les tensions des contreventements et lâcher les haubans supérieurs sud).

9) Répéter 1 fois l'opération n° 8.

10) Faire glisser le poussard nord de 70 mm vers l'est sur le plan incliné, le soulever de 10 mm et de nouveau le faire glisser de 76 mm, sur la rampe vers l'est.

11) Pendant ces opérations on a :

a) tiré sur les haubans supérieurs nord et sur les haubans inférieurs sud ;

b) observé les mouvements des contreventements entre montants et noté à la fin des opérations un mouvement total (y compris celui dû au 1er stade) de :

au 1er croisillon (supérieur)	47 mm
au 2e croisillon	42 mm
au 3e croisillon	32 mm
au 4e croisillon (inférieur)	6 mm (fig. 10).

12) Résultats obtenus :

Après ce deuxième stade, le contrôle effectué le 30 mai 1964 montre que le résultat recherché est pratiquement atteint.

a) Les montants ont retrouvé la verticalité par rapport à l'axe est-ouest avec cependant un décalage vers le nord de ± 25 mm et la flexion est supprimée (voir fig. 17, trait repère 5).

b) Par rapport à l'axe nord-sud, la tête des montants se situe à 16 mm à l'ouest de l'emplacement théorique et les pieds sont pratiquement en place (fig. 18, trait 5).

c) Au plancher des molettes supérieures, la face est est déportée vers le sud de 28 mm par rapport au point théorique et la face ouest est située 5 mm trop au nord, par rapport à son point théorique (fig. 19, trait 5).

Quant au plancher des molettes inférieures, la face ouest se situe environ 13 mm trop au nord, tandis que la face est est encore 25 mm trop au sud (fig. 19', trait 5).

d) Quant aux molettes, leur situation par rapport à l'axe nord-sud est excellente, alors qu'il y avait un décalage de 71 mm vers l'ouest pour la molette inférieure nord, avant le redressement. La situation par rapport à l'axe est-ouest est pratiquement bonne (avec des écarts variant de 5 à 14 mm contre un maximum de 105 vers le sud avant le redressement). Cependant pour obtenir un alignement parfait avec les poulies Koepe, il faudrait que le côté est de toutes les molettes se déplace de 10 à 20 mm vers le nord (fig. 20 et 21, trait 5).

e) Le nivellement du plancher des molettes inférieures donne les résultats représentés à la figure 22. C'est-à-dire que le coin nord-est se situe à — 11 et le coin sud-est à — 32 par rapport au coin nord-ouest (contre — 102 au moment du premier contrôle).

323. 3e stade (1er juin 1964 - 1 journée).

Afin d'apporter un léger correctif aux points d) et e) ci-dessus, on a agi sur le poussard sud de la façon suivante :

Succession des opérations :

1) Faire glisser de 50 mm vers l'est sur le plan incliné et soulever de 10 mm.

2) Répéter une fois cette opération.

3) Le mesurage effectué le 13 juin 1964 a donné les résultats définitifs suivants (fig. 17 à 21, trait rep. 6).

En général, le mouvement a débordé un peu vers le nord des valeurs suivantes :

— de 31 à 6 mm pour le plancher des molettes inférieures (fig. 19') ;
— de 23 à 26 mm pour le plancher des molettes supérieures (fig. 19) ;
— de 43 mm pour la tête des montants et de 25 mm pour les parties plus basses (jusqu'au pli) (fig. 17) ;
— de 17 à 30 mm pour les molettes inférieures (fig. 21) ;
— de 33 à 46 mm pour les molettes supérieures (fig. 20) ;

— Par rapport à l'axe nord-sud, l'ensemble des éléments est généralement de 15 à 30 mm trop vers l'ouest.

— Le nivellement du plancher des molettes inférieures donne les résultats suivants (fig. 22) :

Coin nord-est :	0
Coin sud-est :	— 6
Coin nord-ouest :	— 5
Coin sud-ouest :	— 20

— Quant au nivellement des pieds des poussards et montants, les valeurs atteintes sont indiquées aux figures 4 et 22.

324. Mouvements totaux exercés sur les pieds du châssis à molettes fig. 31, 31 a et 31 b.

a) Montant nord :

— levée : 88 mm (fig. 32)
— mouvement latéral vers l'ouest : 51 mm
— mouvement latéral vers le sud : 35 mm

b) Montant sud :

— levée : 40 mm
— mouvement latéral vers l'est : 25 mm
— mouvement latéral vers le nord : 5 mm

c) Poussard nord :

— levée : 40 mm (fig. 35)
— glissement sur la rampe vers le haut : 356 mm (fig. 35)
— mouvement latéral vers le nord : 60 mm

d) Poussard sud :

— levée : 100 mm (fig. 36 et 38)
— glissement vers le haut : 425 mm (fig. 28)
— glissement vers le nord : 60 mm

Fig. 35. — Poussard nord. Calages placés à la base du plan incliné après avoir fait glisser le poussard de 356 mm sur celui-ci.

33. 3me Phase : Travaux de parachèvement, démontage.

Durée : du 2 juin 1964 au 19 juin 1964, soit 14 jours.

Personnel occupé :

a) 1 Brigade des Ateliers de Jambes, comprenant :
— 1 chef-monteur
— 3 brigadiers
— 13 à 14 monteurs

b) 5 manœuvres du charbonnage.

Travaux exécutés.

1) Préparer et monter une liaison rigide en fers U entre les pieds des montants afin de maintenir un écartement exact (fig. 37).

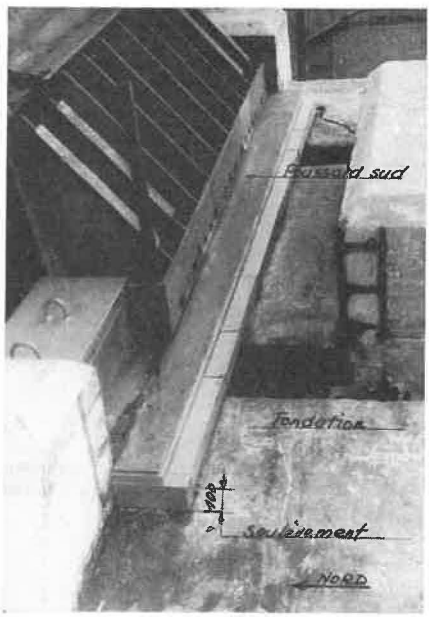


Fig. 36. — Vue des épaisseurs (100 mm) placées sous le pied du poussard sud.

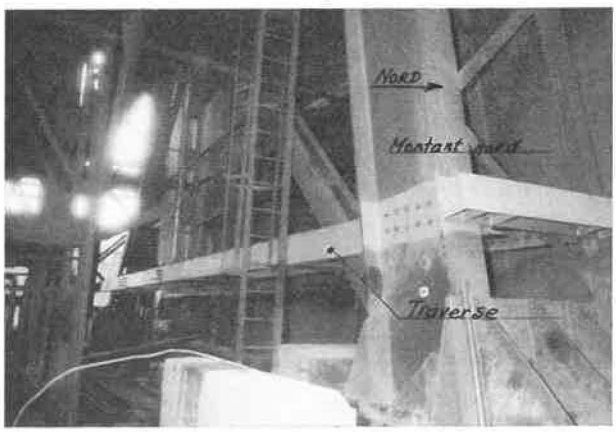


Fig. 37. — Traverse de liaison établie entre les pieds des montants après le redressement de l'ouvrage.

2) Préparer et remplacer un à un les contreventements des montants, les longueurs de barre étant modifiées par suite des mouvements communiqués au chevalement.

3) Préparer et placer, un à un, des nouveaux goussets centraux pour les contreventements des montants. Les boulons à haute résistance ayant servi aux opérations de redressement ont été remplacés.

Les goussets et U sont percés de trous Ø 25 pour boulons Ø 3/4" ce qui permettra, à intervalles réguliers, de libérer les tensions dans les barres que de nouveaux affaissements pourraient provoquer.

4) Préparer et placer des boîtiers métalliques pour la protection des calages contre les intempéries (fig. 38).

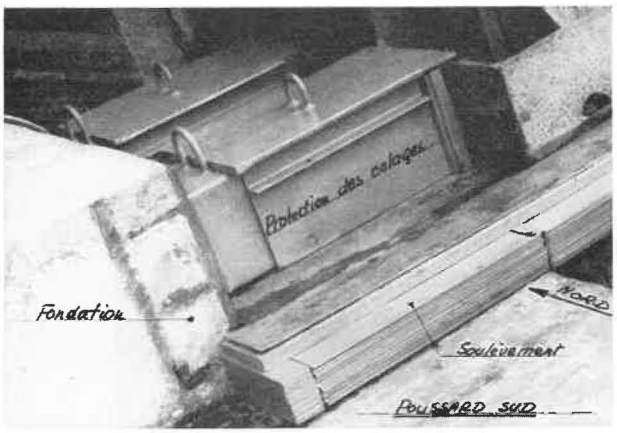


Fig. 38. — Vue des boîtiers de protection placés sur les calages servant à maintenir le pied du poussard sur le plan incliné de la fondation. On remarque également les 100 mm d'épaisseurs placées en dessous du pied.

5) Enlever les vérins et les échafaudages.

6) Enlever les haubans et les treuils.

7) Etablir une protection devant les baies de passage des contreventements de poussards au niveau de la recette.

8) Remettre en ordre le chantier. Enlever les calages pour vérins, ainsi que la traverse provisoire de liaison des montants.

4. COUT DE L'OPERATION

Le montant des dépenses engagées pour ces travaux s'est reparti de la façon suivante (tableau II).

5. CONCLUSIONS

1) Les résultats obtenus sont bons.

En effet, si l'on constate que certains éléments sont légèrement déportés vers le nord, ce dépassement constitue en quelque sorte une réserve puisque les affaissements principaux, se produisant au sud, ont toujours tendance à occasionner des déplacements dans ce sens.

2) Les assemblages avec boulons à haute résistance placés dans les contreventements des montants vont permettre, dans une certaine limite, de tolérer des affaissements sans que ceux-ci produisent des déformations et des tensions. Pour ce faire, ces assemblages devront être surveillés périodiquement, c'est-à-dire que l'on devra procéder à un desserrage des boulons (barre par barre) afin de libérer les tensions et ensuite resserrer. A cette occasion, les déplacements des barres (allongement ou raccourcissement) devront être mesurés.

Il faudra veiller à ce que ces mouvements ne dépassent pas la limite permise par le jeu entre trous et boulons. Quand ce stade sera atteint, il sera intéressant d'opérer une remise à niveau. Cette opération sera beaucoup moins onéreuse que celle qui vient d'être décrite, étant donné qu'il n'y aura eu aucune déformation des barres résultant des affaissements, qu'il y aura seulement des déplacements relatifs aux nœuds et que les mesures de sécurité (haubans) prises cette fois ne devront plus être renouvelées.

3) Le changement apporté dans les calages latéraux des pieds des poussards contribuera à minimiser les mouvements du châssis vers le sud.

En effet, à l'origine, le pied du poussard sud était calé latéralement sur sa fondation (fig. 3) alors que celui du nord était libre. De ce fait, comme la fondation sud subissait des affaissements plus im-

TABLEAU II.

	Jambes	Main-d'œuvre charbonnage	Matières	Totaux
1re phase	436.343	58.392	86.827	581.562
2me phase	450.715	42.517	35.244	528.476
3me phase	384.190	45.000	23.000	452.190
Totaux	1.271.248 F	145.909 F	145.071 F	1.562.228 F

portants que celle du nord, elle entraînait tout le châssis dans son mouvement.

En inversant les calages, les mouvements de la fondation sud auront moins d'influence sur la position du chevalement puisque celui-ci sera retenu par le pied du poussard nord, calé latéralement sur sa fondation (fig. 33 et 34).

4) Le travail de redressement du châssis à molettes à été conduit sans le moindre accroc et sans aucun dérangement pour l'exploitation, qui ne s'est même pas aperçue de l'exécution du travail.

Ceci a pu se faire grâce à la conception de la fondation étudiée par M. le professeur VANDERHAEGEN, ainsi qu'à une excellente collaboration entre :

— les services d'études et de montage des Ateliers de Jambes-Namur, en les personnes de MM. WAROLUS et LATOUR, Ingénieurs, et PIELTAIN, Chef de Section ;
— le service Ponts et Charpentes de la Société Anonyme Cockerill-Ougrée en la personne de M. FOULON, Ingénieur, Chef de Service, et
— notre bureau d'études, dirigé par M. BUYTAERT, ingénieur, ainsi qu'à la compétence du personnel de montage.

Tous ceux qui ont participé à ce travail délicat peuvent légitimement être fiers du résultat obtenu.

En terminant cet article, j'exprime mes remerciements à la Direction du charbonnage pour l'autorisation qui m'a été donnée de publier cette note et pour toutes les facilités qui m'ont été accordées en vue de la rédaction.

Mes remerciements s'adressent également à l'Institut National de l'Industrie Charbonnière qui a bien voulu accueillir cette note dans les colonnes des Annales des Mines de Belgique.

Contribution à la sécurité par l'étude des accidents

par

G. LOGELAIN,
Inspecteur Général des Mines

et

G. COOLS,
Directeur Divisionnaire des Mines

INSTITUT ROYAL des SCIENCES NATURELLES de BELGIQUE

Door de studie van de ongevallen naar meer veiligheid

door

G. LOGELAIN,
Inspecteur-Generaal der Mijnen

en

G. COOLS,
Divisiedirecteur der Mijnen

Accidents survenus dans les exploitations à ciel ouvert des minières et des carrières, dans les dépendances de surface des mines, minières et carrières, ainsi que dans les usines sidérurgiques et leurs activités connexes.

Ongevallen voorgevallen in de exploitaties in open lucht van graverijen en groeven, in de bovengrondse aanhorigheden van mijnen, graverijen en groeven, alsook in de ijzerindustrie en aanverwante bedrijven.

RUBRIQUE 1.
ACCIDENTS OCCASIONNES PAR LES OPERATIONS DE LA FABRICATION

Notice no U. 13.

Fondeur projeté dans un chenal de granulation. — 1 tué. (IIa/1960/3).

Circonstances.

En fin de coulée sous eau du laitier d'un haut fourneau, il se produisit une série d'explosions à la suite du passage intempestif d'une portion de fonte avec le laitier. Le fondeur, qui franchissait à ce moment le grillage recouvrant le chenal de granulation, fut renversé, projeté dans ce chenal et mortellement brûlé.

Le grillage, qui était très lourd, fut soulevé et déformé. Il n'y eut pas d'autres dégâts.

Le haut fourneau en question a un diamètre de creuset de 5,50 m ; les axes du trou de coulée de la

(*) Les quatre premières parties de cet article ont paru dans le n° 4/avril 1964, pp. 439 à 461, le n° 9/septembre 1964, pp. 1178 à 1187, le n° 12/décembre 1964, pp. 1552 à 1591, et le n° 3/mars 1965, pp. 369 à 405.

RUBRIEK 1.
ONGEVALLEN VEROORZAAKT DOOR DE VERRICHTINGEN DER FABRICATIE

Nota nr U. 13.

IJzergieter in een korrelingsgoot geslingerd. — 1 dode. (IIa/1960/3).

Omstandigheden.

Toen het gieten onder water van de slakken van een hoogoven bijna afgelopen was, deden zich door het ontijdig meevoeren van een hoeveelheid gietijzer met de slakken een reeks ontploffingen voor. De ijzergieter, die juist de roostering over de korrelingsgoot overschreed, werd omvergeworpen, in de goot geslingerd en dodelijk verbrand.

De zeer zware roostering werd opgeheven en verwrongen. Er werd geen andere schade veroorzaakt.

Bedoelde hoogoven heeft een smeltkroes met een doormeter van 5,50 m ; de assen van het gietgat voor het gietijzer en van de pijp voor de slakken bevinden zich onderscheidenlijk op 0,15 m en 1,05 m

(*) De vier eerste delen van dit artikel zijn verschenen in nr 4/april 1964, blz. 439 t.e.m. 461, nr 9/september 1964, blz. 1178 t.e.m. 1187, nr 12/december 1964, blz. 1552 tot 1591 en nr 3/maart 1965, blz. 369 t.e.m. 405.

fonte et de la tuyère à laitier se trouvent respectivement à 0,15 m et à 1,05 m au-dessus du fond du creuset et forment entre eux un angle horizontal de 120°. Il existe une seconde tuyère à laitier pour le lâchage en poche à même hauteur que la première et à 120° de celle-ci. En se basant sur le volume théorique du creuset, le niveau de la fonte semblait loin d'atteindre le niveau de la tuyère à laitier.

Avis de l'Inspecteur Général des Mines.

Le présent accident semble dû à la présence de fonte mêlée au laitier lâché. Un accident absolument semblable est survenu dans la même entreprise au cours de l'année 1955.

Il convient par conséquent de se pencher attentivement sur la cause qui pourrait être à l'origine de ces accidents.

Si l'on évalue le poids de la charge contenue dans le haut fourneau, on constate que celle-ci peut exercer sur la sole du creuset une pression très supérieure à la poussée maximum vers le haut de la fonte liquide contenue dans le creuset. Si l'on ne tient pas compte du frottement de la charge sur les parois du haut fourneau, ni de l'effet physique des gaz, on est conduit à penser que la colonne de coke repose sur la sole du creuset. Si, par conséquent, on veut se rendre compte de l'espace disponible pour la fonte, il paraît nécessaire de tenir compte du coke contenu dans le creuset, mélangé éventuellement à d'autres matières solides diverses. Des calculs conduisent à penser que *le volume disponible entre les morceaux de coke pourrait* n'atteindre que 50 à 40 % du volume théorique du creuset. Certaines expériences effectuées récemment en France sur des hauts fourneaux neufs ont montré *que cet espace disponible est effectivement beaucoup plus faible qu'on ne pourrait le croire a priori et que, dans certains cas, il n'atteint que 30 % du volume théoriquement disponible.*

Ces constatations suffiraient à expliquer les accidents qui se sont produits.

Les mesures suivantes ont été prises à la suite du présent accident :

1) Présence d'une poche sous la 2me tuyère de « lâchage » du laitier pendant la granulation par l'autre tuyère.

2) Rappel aux cadres des consignes et tableaux permettant la détermination de la quantité de fonte en fonction des nombres et composition des charges, particulièrement en cas d'enfournement de mitrailles et de concentrés riches.

boven de bodem van de smeltkroes en vormen met elkaar een horizontale hoek van 120°. Er is een tweede slakkenpijp voor het gieten in kroes op dezelfde hoogte als en op 120° van de eerste aangebracht.

Als men voortgaat op het theoretisch volume van de smeltkroes, scheen het niveau van het gietijzer ver beneden het peil van de slakkenpijp te staan.

Advies van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Dit ongeval schijnt te wijten te zijn aan de aanwezigheid van gietijzer in de afgelaten slakken. In de loop van 1955 heeft zich in dezelfde onderneming een volstrekt gelijkaardig ongeval voorgedaan.

Het is dan ook geboden de meeste aandacht te besteden aan de oorzaak waaraan deze ongevallen zouden kunnen te wijten zijn.

Maakt men een raming van het gewicht van de lading die in de hoogoven zit, dan stelt men vast dat deze lading op de bodem van de smeltkroes een veel grotere drukking kan uitoefenen dan de hoogste opwaartse drukking van het vloeibaar gietijzer dat in de smeltkroes staat.

Zo men geen rekening houdt met de wrijving van de lading tegen de wanden van de hoogoven, noch met de fysische uitwerking van de gassen, komt men tot de conclusie dat de cokeskolom op de vloer van de smeltkroes rust. Wil men zich bijgevolg een denkbeeld vormen van de ruimte die voor het gietijzer overblijft, dan schijnt men rekening te moeten houden met de cokes die, gebeurlijk gemengd met allerlei vaste stoffen, in de smelkroes liggen.

Berekeningen leiden tot de conclusie *dat de beschikbare ruimte tussen de brokken cokes slechts 50 à 40 % van de theoretische inhoud van de smeltkroes bedraagt.* Proefnemingen die onlangs in Frankrijk in nieuwe hoogovens verricht werden hebben aangetoond *dat deze beschikbare ruimte in feite veel kleiner is dan men op het eerste zicht zou kunnen denken, en dat zij in sommige gevallen slechts 30 % van het theoretisch beschikbaar volume bedraagt.*

Deze bevindingen zouden volstaan om de gebeurde ongevallen te verklaren.

Na het hier besproken ongeval heeft men onderstaande maatregelen genomen :

1) Aanwezigheid van een kroes onder de tweede pijp voor het aflaten van slakken tijdens de verkorreling langs de andere pijp.

2) Men heeft het kaderpersoneel herinnerd aan de voorschriften en tabellen die het mogelijk maken de hoeveelheid gietijzer te bepalen in funktie van het aantal en de samenstelling van de ladingen, in het bijzonder wanneer schroot of rijke ertsen gebruikt worden.

3) Men heeft het kaderpersoneel en de arbeiders herinnerd aan de voorschriften en tabellen die het mogelijk maken de hoeveelheid gietijzer te bepalen

3) Rappel aux cadres et ouvriers de l'obligation formelle de transmettre, sur place, au personnel du poste suivant, tous les renseignements prescrits et nécessaires pour le contrôle de la marche et l'exécution normale des lâchages de laitier et coulées de fonte.

4) Rappel des consignes assurant l'information du chef-fondeur et du contremaître par les préposés aux nombres et à la composition des charges, à l'aide de signaux ad hoc.

5) Accentuation de la rotation des poches afin de rendre impossible tout retard dans l'exécution des coulées.

6) Si, en fin de coulée, la quantité libérée de fonte est insuffisante, ralentissement du soufflage et précautions spéciales au « lâchage » de laitier suivant.

7) Rappel aux chefs-fondeurs de l'obligation de percer le trou de coulée d'une façon invariable en hauteur et en direction, afin de permettre l'appréciation uniforme des quantités de fonte libérée.

8) Prolongement des grillages couvrant le chenal de granulation (Il est interdit de caler ces grillages afin de permette l'intervention immédiate par ringard ou palette en cas d'agglomération de laitier).

9) Etude et essais concernant l'installation du bouchage mécanique de la tuyère à laitier et réalisation de la fermeture à distance des vannes de l'eau assurant la granulation.

En conclusion des considérations développées ci-dessus il me paraît nécessaire de compléter ces mesures *par celle consistant à réduire sensiblement l'intervalle entre les coulées* et cela d'autant plus que le volume effectivement disponible pour la fonte dans le creuset doit être surabondant par rapport au volume des coulées afin de garder une marge de sécurité pour parer à des chutes brusques de matières ou de parties de garnissage. En outre, faudra-t-il encore tenir compte du fait que les laitiers calcaires garnissent les creusets et *que les dimensions de ceux-ci peuvent donc être sensiblement réduites après un certain temps de fonctionnement.*

Bruxelles, le 17 avril 1961.

in funktie van het aantal en de samenstelling van de ladingen, in het bijzonder wanneer schroot of rijke ertsen gebruikt worden.

3) Men heeft het kaderpersoneel en de arbeiders herinnerd aan de formele verplichting alle voorgeschreven inlichtingen die nodig zijn om de werking te controleren en het aflaten van de slakken en het gieten van het ijzer normaal uit te voeren, ter plaatse aan het personeel van de volgende dienst over te maken.

4) Men heeft het personeel herinnerd aan de voorschriften die tot doel hebben de hoofdgieter en de toezichter door de aangestelden voor het aantal en de samenstelling van de ladingen door middel van passende seinen te doen inlichten.

5) Men heeft de omwisseling der gietkroezen bespoedigd, ten einde iedere vertraging in de uitvoering van het gietwerk onmogelijk te maken.

6) Indien bij het beëindigen van het gieten de uitgelopen hoeveelheid gietijzer onvoldoende is, zal men het blazen vertragen en bijzondere voorzorgen nemen bij het aflaten van de volgende slakken.

7) Men heeft de hoofdgieters nogmaals gewezen op de verplichting het gietgat steeds op dezelfde wijze, wat de hoogte en de richting betreft, te doorsteken, ten einde de hoeveelheden uitgelopen gietijzer steeds op dezelfde wijze te kunnen beoordelen.

8) Men heeft de roosteringen boven de verkorrelingsgoot verlengd. (Het is verboden deze roosteringen vast te leggen opdat men, wanneer de slakken mochten aaneenkoeken, onmiddellijk met een spaan zou kunnen ingrijpen).

9) Men heeft studies en proefnemingen aangevat in verband met een inrichting voor het mechanisch sluiten van de slakkenpijp en het op afstand sluiten van de waterkranen voor de verkorreling.

Om deze overwegingen te besluiten vind ik dat het nodig is deze maatregelen aan te vullen met een andere die erin bestaat *de tijd tussen twee opeenvolgende gietverrichtingen aanzienlijk te verkorten* en dit met des te meer reden omdat het volume dat in de smeltkroes werkelijk voor het gietijzer beschikbaar is zeer groot moet zijn in verhouding met het volume van het gietsel, ten einde een veiligheidsmarge te behouden tegen het plots neerstorten van stoffen of van delen der bekleding. Bovendien zal men er nog rekening moeten mede houden dat de kalksteenslakken zich in de smeltkroezen vastzetten en *dat de afmetingen van deze laatste, na enige tijd gewerkt te hebben, aanzienlijk kunnen afgenomen zijn.*

Brussel, 17 april 1961.

Notice nr U. 3 (1)

Explosion au cours de la granulation d'un laitier de haut fourneau. — 1 tué. (IIIa/1956/29).

Circonstances.

A un haut fourneau produisant de la fonte Thomas normale, était pratiquée une coulée de laitier dont la granulation était engendrée dans un chenal en fonte à ciel ouvert parcourue par un courant d'eau. Le laitier granulé s'écoulait ensuite dans un wagon par l'une des deux dérivations terminales du chenal.

Le premier fondeur qui dirigeait l'opération avait établi le courant d'eau dans le chenal de granulation, puis avait ouvert le trou de coulée en retirant la tige d'obstruction dénommée « bistrick ».

Après cinq minutes de coulée, alors que le premier fondeur, venu inspecter le chargement du wagon à quelques mètres du haut fourneau, retournait vers celui-ci, une explosion se produisit dans le chenal de granulation, à proximité de la bifurcation, arrachant et projetant une partie du revêtement en béton du plancher de travail, dans lequel était encastré le chenal, blessant mortellement le premier fondeur.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

De l'étude de cet accident, il y a lieu de retenir les éléments suivants dégagés par l'Ingénieur des Mines chargé de l'enquête.

Deux causes sont à l'origine des dangers d'explosion dans les chenaux de granulation :

1) le contact de l'eau avec la fonte en fusion entraînée par le laitier ;

2) le contact de l'eau avec la partie interne restée en fusion d'un agglomérat de laitier.

Seule la deuxième de ces causes est à prendre en considération dans le cas présent, aucune trace de fonte n'ayant été constatée dans le chenal.

L'agglomérat étant refroidi extérieurement par le courant, se fissure rapidement et un filet d'eau peut ainsi atteindre par les fissures le centre de la masse restée en fusion. La vaporisation instantanée de l'eau fait alors éclater la masse de laitier.

Les agglomérats de laitier sont dus, soit à une aspérité du chenal, notamment à la « platine de direction » placée à la bifurcation terminale du chenal, soit à un débit de laitier trop élevé par rapport au courant d'eau de granulation.

La platine de direction à la bifurcation du chenal de granulation avait reçu une forme concave pour en éliminer les aspérités.

(1) Cette notice a été diffusée sous le n° 21.

Nota nr U. 3 (1)

Ontploffing tijdens het korrelen van hoogovenslakken. — 1 dode. (IIIa/1956/29).

Omstandigheden.

Van een hoogoven die normaal Thomasruwijzer voortbracht werden slakken afgegoten die gekorreld werden in een gietijzeren goot in open lucht waarin water stroomde. De gekorrelde slakken stroomden vervolgens langs één van de twee eindtakken van de goot in een wagen.

De eerste-smelter, die de verrichting leidde, had de waterstroom in de korrelgoot tot stand gebracht en daarna het gietgat geopend door de sluitstang, de zg. « bistrick » achteruit te trekken.

Toen men vijf minuten aan het gieten was en de eerste-smelter, die naar het laden van de wagen op enkele meter van de hoogoven was gaan kijken, naar deze laatste terugkeerde, deed zich in de korrelgoot dichtbij de aftakking een ontploffing voor, waardoor een gedeelte van de betonnen bekleding van de werkvloer, waarin de goot gemetseld was, losgerukt en weggeslingerd werd.

De eerste-smelter werd dodelijk gekwetst.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Uit de studie van dit ongeval dienen de volgende gegevens, door de met het onderzoek belaste mijningenieur naar voren gebracht, te worden onthouden.

Twee oorzaken verwekken ontploffingsgevaar in korrelgoten :

1) de aanraking van water met vloeibare, door de slakken meegevoerd ruwijzer ;

2) de aanraking van water met het vloeibaar gebleven binnenste van een slakkenkoek.

In onderhavig geval hoeft alleen de tweede oorzaak in aanmerking genomen te worden, aangezien in de goot geen sporen van ruwijzer aangetroffen werden.

Door het stromend water koelt de koek van buiten af, barst snel, zodat een waterstraaltje door de barsten de vloeibaar gebleven kern van de koek kan bereiken. De ogenblikkelijke verdamping van het water doet dan de slakkenmassa ontploffen.

Slakkenkoeken worden veroorzaakt hetzij door oneffenheden van de goot, onder meer aan de « richtplaat » aan de eindvertakking van de goot, hetzij door een overdreven aanvoer van slakken in vergelijking met de waterstroom in de korrelgoot.

De richtplaat aan de vertakking van de korrelgoot had een concave vorm gekregen om scherpe kanten te vermijden.

(1) Deze nota werd verspreid onder nr 21.

Les londeurs disposaient, pour éviter la production d'agglomérats de laitier, d'une longue tige terminée en forme de palette.

Au moment de l'accident, le laitier très siliceux était très fluide et la naissance d'un agglomérat dans le chenal peut s'expliquer par une coulée de débit trop élevé.

En attendant la mise en application du procédé de granulation en bassin, la direction de l'usine a pris les précautions suivantes :

1) le débit d'eau de granulation a été augmenté et une adduction de vent soufflé y a été réalisée afin d'assurer un entraînement convenable du laitier dans le chenal de granulation, même dans le cas du débit maximum possible de laitier par ouverture complète du trou de coulée ;

2) le chenal de granulation en fonte a été remplacé par un chenal en tôle afin d'en éliminer toute aspérité ; dans le même but, le chenal a été rendu rectiligne sur toute sa longueur ;

3) la forme du chenal a été modifiée en vue de réduire la surface de contact du latier avec le fond du chenal ;

4) la hauteur de chute du laitier du chenal de coulée sur le chenal de granulation a été réduite et le bec de déversement a été aménagé de façon telle qu'un entraînement plus efficace par le courant d'eau soit assuré ;

5) l'extrémité du « bistrick » a été pourvue d'un triangle latéral pour en permettre la manœuvre à plus grande distance des chenaux ;

6) une cavité plus profonde a été aménagée dans le chenal de coulée afin de réaliser une meilleure décantation de la fonte entraînée par le laitier.

De plus, des consignes écrites remises au personnel et rappelées en permanence par des écriteaux sur les lieux du travail, portent interdiction de se tenir près du chenal de granulation pendant la coulée et, en cas d'agglomération, obligation formelle :

1) d'arrêter d'abord la coulée à l'aide du « bistrick » ;

2) de couper ensuite l'eau de granulation ;

3) de détacher l'agglomération à l'aide de la tige à palette.

Bruxelles, le 17 avril 1957.

Notice n° U. 4.

Projection d'acier en fusion suite à l'addition de ferrosilicium. — 1 tué. (IIIa/1957/4).

Circonstances.

Après avoir été séchée par 3 brûleurs à gaz pendant une heure et demie, une charge de 925 kg de ferrosilicium solide, titrant 75 % de silicium et com-

Om het ontstaan van slakkenkoeken te vermijden, hadden de smelters een lange staaf die op een spaan uitliep.

Op het tijdstip van het ongeval waren de slakken, die veel silicium bevatten, zeer vloeibaar. Het ontstaan van een koek in de goot kan door een overdreven gietdebiet verklaard worden.

In afwachting dat het procédé van het korrelen in een bekken toegepast wordt, heeft de directie van de fabriek de volgende voorzorgsmaatregelen genomen :

1) het debiet van het korrelwater werd verhoogd en een toevoer van aangeblazen lucht werd tot stand gebracht om een behoorlijke afvoer van de slakken in de korrelgoot te verzekeren, zelfs als het slakkendebiet door het volledig openen van het gietgat het maximum bereikt ;

2) om alle oneffenheden weg te nemen, werd de gietijzeren korrelgoot door een goot van plaatijzer vervangen ; met hetzelfde doel werd de goot over haar gehele lengte recht gemaakt ;

3) de vorm van de goot werd veranderd om het aanrakingsvlak van de slakken met de bodem van de goot te verkleinen ;

4) de valhoogte van de slakken van de gietgoot op de korrelgoot werd verminderd en de gietbek werd zo gewijzigd dat de slakken op een meer doeltreffende wijze door de waterstroom werden meegevoerd ;

5) aan het uiteinde van de « bistrick » werd zijwaarts een driehoek aangebracht, om de bediening van op een grotere afstand mogelijk te maken ;

6) in de gietgoot werd een diepere uitholling gemaakt om een betere bezinking van het met de slakken meegevoerde ruwijzer tot stand te brengen.

Bovendien werden aan het personeel schriftelijke voorschriften overhandigd, die op de werkplaatsen voortdurend door opschriften in herinnering gebracht worden en waardoor het verboden is zich tijdens het gieten nabij de korrelgoot op te houden en die in geval van koekvorming de formele verplichting opleggen om :

1) eerst het gieten door middel van de « bistrick » stop te zetten ;

2) vervolgens het korrelwater af te sluiten ;

3) de koek met de spaanstaaf los te maken.

Brussel, 17 april 1957.

Nota nr U. 4.

Gesmolten staal door toevoeging van ferrosilicium weggespat. — 1 dode. (IIIa/1957/4).

Omstandigheden.

Nadat 925 kg vast ferrosilicium met een siliciumgehalte van 75 %, dat ongeveer 200 kg fijne bestanddelen bevatte, gedurende anderhalf uur met

portant environ 200 kg d'éléments fins, avait été versée *dans une poche de coulée préalablement* à l'introduction dans cette poche (« mise en poche ») de 35 t d'acier Martin.

La mise en poche terminée au bout de 2 minutes, la poche fut amenée par le char de coulée au-dessus d'une base alimentant 4 lingotières.

L'acier s'écoulait depuis environ 4 minutes et les lingotières étaient remplies au 3/4 quand un bruit sourd et d'importants remous se manifestèrent dans la poche.

Plusieurs centaines de kg d'acier en fusion furent projetés hors de la poche.

Un ouvrier fut mortellement brûlé, trois autres travailleurs furent plus légèrement atteints ; leurs vêtements en flammes purent être éteints par leurs compagnons de travail.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

L'enquête et l'étude minutieuses auxquelles s'est livré l'Ingénieur des Mines ont permis de conclure :

1) qu'il n'y avait pas lieu de retenir les hypothèses suivantes :

a) présence d'eau dans la poche de coulée ;
b) état particulier de son revêtement intérieur ;
c) réaction secondaire dans la poche de coulée ;
d) présence de matières explosives ;

2) que l'accident a été vraisemblablement occasionné par un soulèvement dans la poche d'une masse non dissoute de ferrosilicium due à la présence d'éléments fins.

En effet, les éléments fins de la charge se plaçant au fond de la poche sont difficilement accessibles à l'acier en fusion.

Fondant partiellement, ces éléments peuvent s'agglomérer en une masse qui adhère au fond de la poche.

Pendant la coulée en lingotière, l'acier en fusion peut s'introduire sous cette masse non dissoute qui, sa densité étant plus faible que celle de l'acier, peut alors se soulever dans le bain en provoquant des remous importants avec un bruit sourd et projection d'acier.

La présence d'éléments fins dans la charge est due au fait que le préposé s'est servi d'une pelle plutôt que d'une fourche pour effectuer le chargement.

A la suite de cet accident, la direction de l'usine a prescrit les mesures préventives suivantes que j'approuve :

1) interdire la présence d'éléments fins dans la charge de ferrosilicium à introduire dans la poche de coulée ;

2) fractionner l'addition de ferrosilicium en ne mettant en poche, avant la coulée de l'acier, que les 2/3 de la charge et en y versant 1/3 restant pendant la coulée ;

drie gasbranders gedroogd werd, had men het in een gietpot gegoten *alvorens* in deze pot 35 t Martinstaal gegoten werd.

Toen het ingieten van het staal na 2 minuten ten einde was, werd de pot met de gietwagen boven een gietbasis gebracht die vier gietvormen bevoorraadde.

Het staal was ongeveer 4 minuten aan het vloeien en de gietvormen waren voor 3/4 gevuld, toen zich in de gietpot een dof geluid en een sterke deining voordeden.

Verscheidene honderden kilos gesmolten staal werden uit de pot geslingerd.

Een arbeider werd dodelijk verbrand, drie anderen werden minder zwaar getroffen ; hun brandende klederen konden door hun werkmakkers geblust worden.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Uit het nauwgezet onderzoek en de zorgvuldige studie van de verslaggevende Mijningenieur heeft men kunnen afleiden :

1) dat de volgende mogelijkheden niet in aanmerking kwamen :

a) aanwezigheid van water in de gietpot ;
b) bijzondere staat van de binnenbekleding van deze gietpot ;
c) secundaire reactie in de gietpot ;
d) aanwezigheid van ontplofbare stoffen ;

2) dat het ongeval waarschijnlijk veroorzaakt werd door het opstijgen van een onopgeloste hoeveelheid ferrosilicium, te wijten aan de aanwezigheid van fijne bestanddelen, in de gietpot.

De fijne bestanddelen van de lading zetten zich immers op de bodem van de gietpot neer, zodat zij door het gesmolten staal moeilijk te bereiken zijn.

Daar zij gedeeltelijk smelten kunnen deze bestanddelen aaneenkoeken en aan de bodem van de gietpot blijven kleven.

Tijdens het gieten in de vormen kan het gesmolten staal onder deze onopgeloste massa dringen, die dan in het bad kan opstijgen aangezien haar soortelijk gewicht kleiner is dan dat van staal, en een hevige deining gepaard gaande met een dof geluid en het uitwerpen van staal kan verwekken.

De aanwezigheid van fijne bestanddelen in de lading is toe te schrijven aan het feit dat de aangestelde arbeider een schop gebruikt heeft in plaats van een riek om het ferrosilicium te laden.

Ten gevolge van dit ongeval heeft de directie van de fabriek de volgende voorzorgsmaatregelen voorgeschreven, die ik goedkeur :

1) de aanwezigheid van fijne bestanddelen in de lading ferrosilicium bestemd voor de gietpot verbieden ;

2) de toevoeging van ferrosilicium verdelen door vóór het gieten van het staal slechts 2/3 van de lading in de gietpot te doen en het overige derde tijdens het gieten ;

3) préchauffer dans un petit four le ferrosilicium, avant d'amener celui-ci aux chenaux de chauffage du hall de coulée ;

4) munir les préposés de vestes, tabliers et couvre-pieds en toile ignifugée, de guêtres et gants en cuir.

Bruxelles, le 26 mai 1957.

3) het ferrosilicium in een oventje verwarmen alvorens het naar de verwarmingsgoten van de gieterhalle gebracht wordt ;

4) de aangestelden vesten, schorten en voetdeksels van onbrandbaar gemaakt zeildoek en lederen beenstukken en handschoenen geven.

Brussel, 26 mei 1957.

Notice nº U. 16.

Projection d'une pièce d'acier non arrimée, lors du redressage d'une grosse pièce par moutonnage. — 1 tué et 1 blessé. (IIa/1961/12).

Circonstances.

Un tuyau coudé d'un poids de 5.500 kg, d'un diamètre de 1 m prolongé de deux bras d'une section de 15 × 25 cm, venait d'être coulé à la fonderie d'une usine. L'écartement des bras devant être réduit de 10 mm, la pièce, après chauffage, fut conduite sous un mouton et l'on posa sur le bras supérieur, sans l'arrimer, un bloc cubique en acier de 12 kg environ, qui devait recevoir le choc d'un mouton. Celui-ci pesait 840 kg et avait la forme d'une poire.

Actionné par un ouvrier, il tomba d'une hauteur de 2 m sur le bloc qui fut projeté horizontalement et qui atteignit à la tête deux membres du personnel de surveillance qui se trouvaient à 9,35 m du point de chute du mouton et dont l'un fut mortellement, l'autre grièvement blessé.

L'aire de moutonnage avait approximativement 9 m de longueur et 7 m de largeur ; trois ouvriers, dont celui mentionné ci-dessus, en occupaient la périphérie afin d'en interdire l'accès au personnel, conformément aux ordres reçus par les deux victimes. Celles-ci, ni le chef de service, n'avaient jamais donné d'instructions pour évacuer plus complètement les lieux car, aux dires de ce chef de service et des ouvriers interrogés, les multiples opérations de moutonnage effectuées depuis plusieurs décennies en vue d'ajuster les pièces de fonderie n'avaient jamais donné lieu à projection d'éléments métalliques quelconques.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

A la suite de cet accident et après une enquête conduite dans les diverses usines de la région, Monsieur l'Ingénieur en Chef-Directeur des Mines de l'arrondissement en cause fomula les recommandations suivantes que j'appuie :

1) Il y a lieu d'éviter autant que possible le moutonnage et d'utiliser pour l'ajustage des pièces de préférence des presses, des vis à pas contraire ou des vérins.

Nota nr U. 16.

Losliggend ijzeren stuk bij het vervormen van een zwaar stuk onder het heiblok weggeslingerd. — 1 dode en 1 gekwetste. (IIa/1961/12).

Omstandigheden.

In de staalgieterij van een fabriek had men pas een elleboogvormige buis van 5.500 kg, met een doormeter van 1 m en uitlopend op twee armen met een doorsnede van 15 × 25 cm gegoten. Daar de afstand tussen de armen 10 mm kleiner moest zijn, werd het stuk eerst verwarmd en daarna onder een heiblok gebracht, waar men op de bovenste arm een kubusvormig ijzeren blok van nagenoeg 12 kg legde dat niet vastgemaakt werd en dat de schok van het heiblok moest opvangen. Dit laatste woog 840 kg en had de vorm van een peer.

Door een arbeider in werking gesteld, viel het van een hoogte van 2 m op het ijzeren blok, dat horizontaal weggeslingerd werd en twee leden van het toezichtspersoneel, die 9,35 m van het valpunt van het heiblok stonden, aan het hoofd trof ; de ene werd dodelijk, de andere zwaar gekwetst.

De heiplaats was ongeveer 9 m lang en 7 m breed ; drie arbeiders, waaronder de hierboven vermelde, stonden er rond om, volgens de bevelen die de twee slachtoffers gekregen hadden, aan het personeel de toegang te ontzeggen. De slachtoffers, noch het diensthoofd, hadden ooit onderrichtingen gegeven om de plaats vollediger te ontruimen, want volgens de verklaringen van dat diensthoofd en van de ondervraagde arbeiders was er bij de veelvuldige bewerkingen sedert tientallen jaren met de heimachine verricht om de gegoten stukken te justeren, nooit enig metalen stuk weggeslingerd geweest.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ingevolge dit ongeval en na een onderzoek in de verschillende fabrieken van de streek, gaf de Heer Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen van het betrokken arrondissement de hiernavolgende aanbevelingen, die ik steun :

1) Het gebruik van heimachines zou zoveel mogelijk moeten vermeden worden ; voor het justeren van stukken zouden bij voorkeur persen, vijzen met tegengestelde draad of vijzels dienen te worden gebruikt.

2) Quand le moutonnage doit être pratiqué, il faut en avertir les personnes susceptibles d'être atteintes par des éclats et les *contraindre* à se mettre à l'abri d'une façon efficace.

Bruxelles, le 9 avril 1962.

2) Wanneer met de heimachine moet gewerkt worden, moet men de personen die door weggeslingerde stukken zouden kunnen getroffen worden verwittigen en hen *dwingen* zich op doeltreffende wijze in veiligheid te stellen.

Brussel, 9 april 1962.

Notice no U. 17.

Ouvrier atteint par projection de flammes lors du débouchage du trou de coulée d'un haut fourneau. 1 blessé mortellement. (Ib/1965/4).

Circonstances.

Deux ouvriers étaient occupés au débouchage du trou de coulée d'un haut fourneau, opération consistant à creuser dans la masse de bouchage à l'aide d'un perforateur, un trou de 30 cm de longueur et de 16 cm de diamètre.

En bout de creusement une flamme jaillit, brûlant mortellement l'un des deux ouvriers qui tenaient le perforateur.

Il semble que le fleuret ait percé une poche de gaz occluse dans la masse de bouchage et provenant de la distillation du goudron incorporé dans la pâte de bouchage du trou de coulée.

La victime portait un vêtement ignifugé qui lui avait été remis 10 jours avant l'accident. Lors de la réception, on avait constaté que, exposé aux flammes lors du débouchage d'un trou de coulée, un vêtement de ce lot ne brûlait pas mais se consumait.

Après l'accident, on constata qu'il en était de même pour un échantillon préalablement bouilli pendant 20 minutes dans une lessive de savon.

Malgré ces tests apparemment favorables, la victime n'en fut pas moins transformée en torche vivante et bien qu'ayant été rapidement secourue, ses vêtements se consumèrent intégralement.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Cet accident met en lumière l'obligation qu'il y a de munir les ouvriers préposés aux hauts fourneaux d'un équipement entièrement incombustible non seulement pendant l'opération de coulée proprement dite mais aussi lors de la préparation de celle-ci.

Il montre, par ailleurs, qu'il convient de se méfier des vêtements dits « ignifugés » qui ne présentent bien souvent qu'une fausse sécurité.

Bruxelles, le 29 octobre 1963.

Nota nr U. 17.

Een arbeider tijdens het ontstoppen van het gietgat van een hoogoven door uitslaande vlammen geraakt. 1 dodelijke gekwetst. (Ib/1963/4).

Omstandigheden.

Twee arbeiders waren het gietgat van een hoogoven aan het ontstoppen ; hiervoor moesten zij met een boorhamer een gat van 30 cm lengte en 16 cm doormeter in de verstoppende massa boren.

Toen het boren ten einde was, sloeg een vlam uit het gat, waardoor één van de twee arbeiders die de boorhamer vasthielden dodelijk verbrand werd.

Naar het schijnt heeft de beitel een gasbel doorboord die in de verstoppende massa opgesloten zat en voortkwam van de destillatie van de teer die in het deeg die het gietgat verstopte aanwezig was.

Het slachtoffer droeg een onbrandbaar gemaakt kledingstuk, dat hem 10 dagen vóór het ongeval gegeven werd. Bij de keuring had men vastgesteld dat een kledingstuk uit dezelfde partij, tijdens het ontstoppen van een gietgat aan de vlammen blootgesteld, niet brandde maar verteerde.

Na het ongeval werd vastgesteld dat dit ook het geval was met een monster dat eerst 20 minuten lang in zeepsop gekookt had.

Ondanks deze schijnbaar gunstige proeven, werd het slachtoffer toch in een levende toorts herschapen en hoewel spoedig hulp geboden werd, verteerden zijn klederen volledig.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Dit ongeval vestigt de aandacht op de verplichting de arbeiders die aan hoogovens werken een volkomen onbrandbare uitrusting te geven, niet alleen tijdens het eigenlijke gieten, maar ook tijdens de voorbereiding van deze verrichting.

Het toont bovendien aan dat men op zijn hoede moet zijn voor zg. onbrandbaar gemaakte kledingstukken, die dikwijls slechts een schijnveiligheid opleveren.

Brussel, 29 october 1963.

RUBRIQUE 2.

ACCIDENTS DUS AU TRANSPORT

a) TRANSPORT HORIZONTAL PAR VEHICULES SUR ROUES

Notice n° U. 2.

Accrocheur écrasé entre les cabines en porte-à-faux de deux grues en contact par les butoirs. — 1 tué. (IIIa/1956/19).

Circonstances.

Lors d'une manœuvre d'accrochage entre elles de deux grues à vapeur, l'accrocheur habituel est mort la tête écrasée entre les cabines de ces deux grues, cabines se présentant en porte-à-faux par rapport aux châssis et ne laissant entre elles qu'un espace de 115 mm lorsque les butoirs sont en contact.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

La direction de l'usine a été invitée à prendre toutes mesures utiles afin que les accrocheurs disposent d'un espace suffisamment large pour leur permettre de se tenir debout entre les gabarits extérieurs des grues, au moment du contact des butoirs.

J'estime d'ailleurs qu'une semblable mesure devrait s'appliquer, non seulement aux grues du type visé, mais également à tous autres véhicules présentant les mêmes inconvénients.

Bruxelles, le 5 mars 1957.

Notice n° M. 18 (2).

Ouvrier écrasé par des wagons. — 1 tué. (IIIc/1956/15).

Circonstances.

Un ouvrier travaillait dans une tranchée de 0,77 m de profondeur et 1,25 m de largeur, entre les rails d'une voie sur laquelle étaient garés non loin deux wagons vides.

Un wagon chargé de poussier fut lancé sur cette voie, tamponna les wagons vides et les fit avancer vers la tranchée.

Averti par un collègue, l'ouvrier essaya de sortir de la tranchée et fut écrasé par les roues des wagons.

(2) Cette notice a été diffusée sous le n° 23.

RUBRIEK 2.

ONGEVALLEN VEROORZAAKT DOOR HET TRANSPORT

a) HORIZONTAAL TRANSPORT MET WAGENS OP WIELEN

Nota nr U. 2.

Aanhaker verpletterd tussen de overstekende cabines van twee kranen. — 1 dode. (IIIa/1956/19).

Omstandigheden.

Tijdens het aan elkaar haken van twee stoomkranen, werd de gewone aanhaker gedood, het hoofd verpletterd tussen de cabines van de twee kranen. Deze cabines staken buiten het onderstel van de kranen uit en wanneer de buffers tegen elkaar stonden, bleef er tussen de cabines slechts een afstand van 115 mm over.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

De directie van de fabriek werd verzocht de nodige schikkingen te treffen om, wanneer de buffers tegen elkaar staan, tussen de buitenkant van de kranen genoeg ruimte te laten om er een man te laten rechtstaan.

Ik ben overigens van mening dat een soortgelijke maatregel zou moeten toegepast worden niet alleen op de kranen van het hier beschouwde model, maar ook op alle andere voertuigen die hetzelfde gevaar kunnen opleveren.

Brussel, 5 maart 1957.

Nota nr M. 18 (2).

Arbeider door wagons verpletterd. — 1 dode. (IIIc/1956/15).

Omstandigheden.

Een arbeider was aan het werk in een uitgraving van 0,77 m diepte en 1,25 m breedte, tussen de sporen van een baan waarop wat verder twee ledige wagons stilstonden.

Een met stofkolen geladen wagon, die op het spoor was doorgestoten, stiet tegen de ledige wagons en deed ze naar de uitgraving rijden.

Door een collega gewaarschuwd, trachtte de arbeider zich uit de uitgraving te verwijderen, maar hij werd onder de wielen van de wagons verpletterd.

(2) Deze nota werd verspreidt onder nr 23.

Les wagons vides n'étaient pas calés et rien ne signalait la présence de l'ouvrier dans la tranchée.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Les causes de cet accident sont faciles à dégager :

1) lancement d'un wagon sur une voie où du personnel est occupé ;
2) wagons non calés, à l'arrêt sur cette voie ;
3) emplacement de travail non signalé.

Ces pratiques étaient contraires aux consignes.

Je prends acte de la résolution du Comité de sécurité et d'hygiène, adoptée par la direction de la mine et libellée comme suit :

« A l'avenir ne plus permettre l'exécution de travaux de l'espèce (travail dans une tranchée entre les rails d'une voie) pendant les heures d'activité ».

Bruxelles, le 24 avril 1957.

Notice no M. 23 (3).

Manœuvre coincé entre un chariot et le châssis d'un culbuteur. — 1 blessé mortellement (Ia/1956/23).

Circonstances.

Deux manœuvres préposés au culbutage des wagonnets de charbon à l'entrée du triage furent coincés contre le châssis d'un culbuteur par un wagonnet plein.

Ils s'étaient partiellement engagés dans ce culbuteur pour dégager un wagonnet vide qui y était bloqué.

Le wagonnet tamponneur se trouvait contre l'étoile d'arrêt placée devant le culbuteur. On suppose que l'un des manœuvres aura actionné par inadvertance la pédale de commande de l'étoile, libérant ainsi le premier wagonnet plein qui aura été poussé par d'autres wagonnets arrivant par gravité.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

En aval de l'étoile, un corbeau de blocage a été installé que l'on ferme quand quelqu'un doit pénétrer dans le culbuteur.

J'estime, en outre, que les préposés au culbutage des wagonnets devraient être avertis du danger

(3) Cette notice a été diffusée sous le n° 28.

De ledige wagons waren niet gecaleerd en geen enkel teken wees op de aanwezigheid van de arbeider in de uitgraving.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

De oorzaken van dit ongeval kunnen gemakkelijk aangewezen worden :

1) het doorstoten van een wagon op een spoor waar arbeiders aan het werk zijn ;
2) de aanwezigheid van niet-gecaleerde, stilstaande wagons op dit spoor ;
3) de afwezigheid van seintekens om de werkplaats te beschermen.

Deze praktijken waren in tegenstrijd met de geschreven onderrichtingen.

Ik neem akte van de resolutie die door het Comité voor veiligheid en hygiëne aangenomen en door de directie van de mijn goedgekeurd werd en die als volgt luidt :

« Voortaan geen werken van die aard meer laten uitvoeren (werk op het spoor in een uitgraving) tijdens de werkuren ».

Brussel, 24 april 1957.

Nota nr M. 23 (3).

Arbeider verpletterd tussen een wagentje en het raam van een kipinstallatie. — 1 dodelijk gekwetst. (Ia/1956/23).

Omstandigheden.

Twee arbeiders belast met het kippen van kolenwagentjes aan de ingang van de kolenzeverij, werden door een vol wagentje tegen het raam van de kipinstallatie gepletterd.

Zij hadden zich gedeeltelijk in deze installatie begeven om er een ledig wagentje los te maken dat er was blijven vastzitten.

Het vol wagentje stond tegen de stuitster vóór de kipinstallatie. Men veronderstelt dat een van de arbeiders uit onachtzaamheid de bedieningspedaal van de ster heeft doen werken en hierdoor het eerste volle wagentje vrijgemaakt heeft, dat door de andere, door de zwaartekracht gedreven wagentjes vooruitgeduwd werd.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Tussen de ster en de kipinstallatie werd een omklapbare blok geplaatst, die gesloten wordt wanneer iemand zich in bedoelde installatie moet begeven.

Bovendien ben ik van mening dat de personen belast met het kippen van de wagentjes zouden moeten gewaarschuwd worden tegen het gevaar waar-

(3) Deze nota werd verspreid onder nr 28.

qu'ils courent en ne s'assurant pas du blocage des véhicules stationnés devant les culbuteurs lorsqu'ils sont appelés à intervenir dans ces appareils.

Il serait souhaitable également que ces préposés demandent aux distributeurs de wagonnets de suspendre l'envoi de véhicules dans la direction d'un culbuteur en dépannage.

Bruxelles, le 2 mai 1957.

aan zij zich blootstellen wanneer zij zich in de installatie begeven, zonder te hebben nagegaan of het spoor vóór de stilstaande wagentjes afgesloten is.

Bedoelde arbeiders zouden de verdelers van de wagentjes ook best verzoeken tijdelijk geen wagentjes te zenden naar een ontredderde kipinstallatie.

Brussel, 2 mei 1957.

Notice n° M. 37.

Manœuvre écrasé par un wagon. — 1 tué. (Ia/1957/10).

Circonstances.

Un serre-frein desserrait les tendeurs d'attelage d'une rame de wagons vides à l'arrêt, lorsque cette rame fut tamponnée intempestivement, à la suite d'une erreur d'aiguillage, par une rame de wagons pleins refoulés par une locomotive.

Au moment du tamponnement, le manœuvre tenta sans doute de se retirer de la voie, mais il fut écrasé par les roues d'un wagon.

Avis du Comité de Division.

Le Comité constate qu'un dispositif assurant le verrouillage du signal et de l'aiguille eut empêché l'accident. Mais il est cependant d'avis qu'il serait exagéré d'exiger un tel dispositif dans une installation aussi simple que celle où s'est produit l'accident.

Par contre, cet accident montre toute la pertinence de la prescription selon laquelle toute rame en refoulement doit être précédée d'un agent chargé de surveiller la voie.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

La mesure consistant à faire précéder la rame refoulée par un agent surveillant la voie, n'est efficace que si cet agent dispose d'un moyen pour communiquer avec le machiniste de la locomotive. Bien souvent, les moyens acoustiques sont insuffisants ; il est alors indispensable que le machiniste ou son aide observe d'une manière constante l'agent précité afin d'obéir sans retard aux signaux de celui-ci. Des consignes claires devraient, à ce sujet, être données au personnel intéressé.

Bruxelles, le 28 août 1957.

Nota nr M. 37.

Arbeider onder een wagon verpletterd. — 1 dode. (Ia/1957/10).

Omstandigheden.

Een remmer was de spanhaken van een trein stilstaande ledige wagons aan het losmaken, toen deze trein, wegens de verkeerde bediening van een wissel, ontijdig getamponneerd werd door een trein volle wagons die door een lokomotief voortgestuwd werden.

Op het ogenblik van de aanrijding trachtte de arbeider zich wellicht van het spoor te verwijderen, maar hij werd onder de wielen van een wagon verpletterd.

Advies van het Divisiecomité.

Het Comité stelt vast dat een grendeling tussen het sein en de wissel het ongeval zou vermeden hebben. Het is nochtans van oordeel dat het overdreven zou zijn een dergelijk mechanisme te eisen voor een inrichting die zo eenvoudig is als deze waar het ongeval zich heeft voorgedaan.

Daarentegen bewijst dit ongeval dat het voorschrift gegrond is, volgens hetwelk een voortgestuwde trein steeds moet voorafgegaan zijn door een persoon die op het spoor moet letten.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

De maatregel die er in bestaat een vortgestuwde trein te doen voorafgaan door een persoon die het spoor bewaakt, is slechts doeltreffend indien deze persoon over een middel beschikt om met de machinist van de lokomotief in verbinding te treden. Vaak gebeurt het dat de geluidsseinen ontoereikend zijn ; alsdan is het noodzakelijk dat de machinist of zijn helper voortdurend de hierboven bedoelde persoon in het oog houdt ten einde de seinen die deze laatste geeft onmiddellijk uit te voeren. In dit opzicht zouden duidelijke onderrichtingen aan het betrokken personeel moeten gegeven worden.

Brussel, 28 augustus 1957.

Notice no U. 6.

Manœuvre écrasé par une locomotive. — 1 tué. (IIb/1957/15).

Circonstances.

On procédait, dans une usine, à un chargement de coke dans un wagon, à l'aide d'un couloir fixe.

Le manœuvre préposé à la surveillance de cette opération, devait de temps à autre s'écarter du véhicule, en traversant deux voies ferrées, pour se rendre compte de l'état d'avancement du chargement.

Peu de temps après le passage d'une locomotive sur une des voies ferrées précitées, on aperçut le long de la voie le corps du manœuvre qui avait été écrasé.

La locomotive roulait cheminée en avant. Ni le machiniste, qui avait actionné le sifflet avant d'aborder l'endroit de l'accident, ni les deux ouvriers qui l'accompagnaient dans la cabine n'ont aperçu la victime.

Note du Comité de Division.

Toutes les locomotives ont été munies d'un garde-corps à l'avant et il a été imposé à l'accrocheur de se placer à l'avant de la machine lorsque celle-ci circule cheminée en avant, haut-le pied ou remorquant des wagons.

Cette mesure n'est peut être pas radicale car un ouvrier peut surgir sur la voie à très peu de distance, mais elle est susceptible de diminuer le nombre des accidents de ce genre.

Le Comité estime aussi qu'il conviendrait de déplacer le poste d'observation du remplissage des wagons de manière à éviter la traversée des voies par le préposé à ce remplissage.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

J'approuve la mesure préconisée par le Comité de Division, consistant à imposer à l'accrocheur de prendre place à l'avant de la locomotive, lorsque celle-ci circule cheminée en avant.

Toutefois, des dispositions seront prises dans ce cas pour empêcher que l'accrocheur ne puisse tomber de la locomotive et pour qu'il soit en mesure de transmettre des signaux au machiniste.

Bruxelles, le 31 octobre 1957.

Nota nr U. 6.

Handlanger door een lokomotief overreden. — 1 dode. (IIb/1957/15).

Omstandigheden.

In een fabriek werd een wagon met cokes geladen door middel van een vaste goot.

De handlanger die met het toezicht op het laden belast was, moest zich van tijd tot tijd van het voertuig verwijderen en twee sporen oversteken om na te gaan hoe ver het laden gevorderd was.

Enige tijd nadat een lokomotief over één van voormelde sporen gereden was, vond men het lichaam van de arbeider die overreden was.

De lokomotief reed met de schouw vooraan. Noch de machinist, die gefloten had vóór hij de plaats van het ongeval bereikte, noch de twee arbeiders die zich bij hem in de kabine bevonden, hadden het slachtoffer opgemerkt.

Nota van het Divisiecomité.

Al de locomotieven werden aan de voorkant van een leuning voorzien en de aanhaker heeft bevel gekregen zich aan de voorzijde op de machine te plaatsen als deze met de schouw vooraan rijdt.

Deze maatregel is misschien nog niet afdoend, want een arbeider kan op zeer korte afstand op het spoor verschijnen, maar hij is toch van aard het aantal ongevallen van die soort te doen afnemen.

Het Comité is ook van oordeel dat de uitkijkpost voor het toezicht op het vullen van de wagens zodanig zou moeten verplaatst worden, dat de met het vullen belaste persoon niet meer verplicht is de sporen over te steken.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ik keur de door het Divisiecomité aanbevolen maatregel goed, namelijk de aanhaker te verplichten op de voorkant van de lokomotief plaats te nemen wanneer deze laatste met de schouw vooraan rijdt.

In dit geval dienen nochtans schikkingen genomen te worden om te beletten dat de aanhaker van de lokomotief zou vallen en om hem in staat te stellen seinen te geven aan de machinist.

Brussel, 31 october 1957.

Notice no U. 8.

Manœuvre coincé entre une locomotive et un wagon. — 1 tué. (Ib/1958/3).

Circonstances.

Une locomotive de 35 t, tirant 7 wagons pleins, roulait vers un wagon vide se trouvant en tête d'une

Nota nr U. 8.

Arbeider gevat tussen een locomotief en een wagon. — 1 dode. (Ib/1958/3).

Omstandigheden.

Een locomotief van 35 t, die 7 volle wagens voorttrok, reed naar een leidige wagon aan de kop van

rame lourde arrêtée et auquel elle devait être accrochée par un manœuvre qui se tenait entre les butoirs.

Au moment où il fut tamponné, le wagon vide se souleva, permettant à ses butoirs de chevaucher le tablier de la machine, ce qui provoqua l'écrasement du manœuvre.

En s'approchant du wagon à accrocher, le machiniste ne put réduire suffisamment sa vitesse — qui était d'environ 8 km/h — par suite du patinage des roues motrices sur les rails humides et ce, malgré le fonctionnement des sablières.

Avis du Comité de Division.

Le Comité estime qu'il y a lieu, à l'avenir, d'interdire de se placer, avant accrochage, entre une locomotive, d'une part, et des wagons vides du type léger, d'autre part, avant que tout mouvement des véhicules ait cessé.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

La pratique consistant à se tenir, en vue de l'accrochage, entre un wagon à l'arrêt et une locomotive s'approchant à vitesse lente, devrait, conformément au vœu exprimé par le Comité de Division, être proscrite lorsqu'il s'agit d'un wagon vide d'un type léger.

J'estime, en outre, que ladite pratique devrait aussi être interdite lorsqu'il s'agit d'un wagon vide d'un type quelconque, dans le cas où ce wagon fait partie d'une rame importante.

Bruxelles, le 31 juillet 1958.

Notice no M. 82.

Manœuvre de locomotive écrasé entre un wagon et un muret. — 1 tué. (IIIb/1958/22).

Circonstances.

Une locomotive à vapeur devait refouler, sur une voie en légère contrepente, un wagon vide de la S.N.C.B. monté sur un truck spécial.

Conduite par un machiniste expérimenté, elle devait longer un muret de 1,16 m de hauteur, établi à 1,10 m de la voie. Ce machiniste, qui n'avait qu'une vue imparfaite sur ladite voie, était assisté par un convoyeur.

Après avoir donné de vive voix le signal de départ et avoir reçu du machiniste le signal convenu, le convoyeur partit en précédant le convoi.

Le machiniste ayant amené le wagon sur une bascule, après 200 m de parcours, n'aperçut pas le convoyeur lorsqu'il mit pied à terre.

S'étant mis à sa recherche, il le découvrit peu après étendu le long de la voie ferrée contre le

een zware stilstaande trein, waaraan zij moest aangehaakt worden door een arbeider die tussen de buffers stond.

Toen de locomotief tegen de ledige wagon botste, werd deze laatste opgeheven, zodat de buffers op het platform van de machine schoven en de arbeider verpletterd werd.

Wegens het glijden van de drijfwielen op de natte sporen en alhoewel de zandstrooiers werkten, had de machinist zijn snelheid — ongeveer 8 km/uur — bij het benaderen van de ledige wagon niet genoeg kunnen verminderen.

Advies van het Divisiecomité.

Het Comité is van oordeel dat het zou moeten verboden worden, om aan te haken, tussen een locomotief en ledige wagons van een licht model te gaan staan vooraleer de voertuigen volledig stilstaan.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Overeenkomstig het advies van het afdelingscomité, zou het gebruik van zich met het oog op de aanhaking tussen een stilstaande wagon en een traag naderende locomotief te plaatsen moeten verboden worden als het gaat om een ledige wagon van een licht model.

Ik vind bovendien dat dit gebruik ook zou moeten worden verboden wanneer het gaat om een ledige wagon van eender welk model, als die wagon deel uitmaakt van een belangrijke trein.

Brussel, 31 juli 1958.

Nota nr M. 82.

Locomotiefbegeleider tussen een wagon en een muurtje verpletterd. — 1 dode. (IIIb/1958/22).

Omstandigheden.

Een stoomlocomotief moest een ledige, op een speciale truck gebouwde wagon van de N.M.B.S., op een licht ophellend spoor voortduwen.

Zij werd bestuurd door een ervaren machinist en moest naast een muurtje van 1,16 m hoogte rijden, dat op 1,10 m van het spoor stond. De machinist, die slechts een onvolledig zicht op het spoor had, werd bijgestaan door een begeleider.

Nadat de begeleider mondeling het vertreksein had gegeven en van de machinist het overeengekomen sein had ontvangen, ging hij de trein vooraf.

Toen de machinist de wagon op een bascule gebracht had, en hiervoor 200 m had afgelegd, en van de locomotief stapte, zag hij de begeleider niet meer.

Hij ging hem zoeken en vond hem na enige tijd, naast het spoor tegen het muurtje liggend, het aan-

muret, la face tournée vers la voie ferrée. La poitrine défoncée, il avait été tué sur le coup.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Le Directeur Divisionnaire des Mines a invité la société en cause à compléter comme suit les consignes données à son personnel :

« 1) Il est interdit de circuler entre les rails des » voies ferrées, ainsi que le long des murs proches » de ces voies.

» 2) Dans le cas d'emploi d'une locomotive à » deux marquises, lors d'une manœuvre locomotive » en avant, le machiniste doit se trouver dans la » marquise avant pour surveiller la voie.

» 3) Dans le cas d'une manœuvre par refoule- » ment, le convoyeur de la rame doit toujours être » muni d'un signal avertisseur sonore. Il ne peut » monter à l'avant d'un wagon en manœuvre que » sur une plate-forme ou marchepied spécialement » aménagé à cet effet sur ce wagon.

« Ces consignes devraient être établies sur un » document portant la signature de chacune des per- » sonnes intéressées, de même que la date de l'appo- » sition de celle-ci ».

J'approuve cette initiative.

Pour le surplus, je rappelle encore les recommandations formulées dans ma notice n° M. 37.

Bruxelles, le 11 avril 1959.

Notice no M. 92.

Manœuvre dont le talon a été sectionné par une roue d'un convoi. — 1 blessé grièvement. (IIb/1959/9).

Circonstances.

Un manœuvre se tenait sur la plate-forme avant du premier wagon d'une rame refoulée à la vitesse de 7 km/h environ.

En vue d'actionner la commande d'un aiguillage, il sauta de la plate-forme. Ce faisant, il perdit l'équilibre et eut le talon sectionné par une roue du convoi.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Si l'on peut admettre que le manœuvre chargé de précéder une rame refoulée se tienne sur la plate-forme du wagon de tête lorsque cette plate-forme est convenablement conditionnée, il convient par contre d'interdire formellement à ce préposé de sauter du wagon ou de remonter sur celui-ci sans avoir au préalable obtenu l'arrêt du convoi à l'aide du moyen de signalisation qui doit être en sa possession.

Bruxelles, le 24 août 1959.

gezicht naar het spoor gekeerd. Hij was de borstkas ingedrukt en op slag gedood.

Nota van de Inspecteur Generaal der Mijnen.

De Divisiedirecteur der Mijnen heeft de betrokken vennootschap verzocht de voorschriften bestemd voor haar personeel als volgt aan te vullen :

« 1) Het is verboden tussen de sporen te lopen » of naast muren die dichtbij het spoor gelegen zijn.

» 2) Wordt bij een rangeerverrichting met de lo- » comotief vooraan een locomotief met twee bedie- » ningsplatformen gebruikt, dan moet de machinist » op het voorste platform staan, om het spoor in het » oog te houden.

» 3) Worden de wagons bij een rangeerverrich- » ting voortgeduwd, dan moet de begeleider van de » trein steeds een geluidssein kunnen geven. Hij mag » niet aan de voorkant op een rijdende wagon gaan » staan, tenzij op een speciaal met dit doel op de » wagon aangebracht platform of een degelijke tree- » plank.

» Deze voorschriften zouden moeten geschreven » zijn op een document waarop de handtekeningen » van al de betrokken personen, met vermelding van » de datum van de ondertekening, voorkomen ».

Ik keur dit initiatief goed.

Bovendien wijs ik nogmaals op de aanbevelingen vermeld in mijn nota nr M 37.

Brussel, 11 april 1959.

Nota nr M. 92.

Locomotiefbegeleider door een wiel van een trein de hiel afgereden. — 1 zwaar gekwetste. (IIb/1959/9).

Omstandigheden.

Een arbeider stond op het platform aan de voorkant van de eerste wagon van een trein die met een snelheid van nagenoeg 7 km/uur werd voortgeduwd.

Om een wissel te bedienen sprong hij van het platform. Hierbij verloor hij het evenwicht en werd door een wiel van de trein een hiel afgereden.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Terwijl men kan aannemen dat een arbeider die een voortgeduwde trein moet voorafgaan op het platform van de eerste wagon gaat staan indien dit platform behoorlijk aangepast is, is het daarentegen geboden uitdrukkelijk te verbieden dat deze persoon van de wagon af en opnieuw opspringt indien hij de trein niet heeft doen stoppen door middel van het seinmiddel dat in zijn bezit moet zijn.

Brussel, 24 augustus 1959.

Notice n° M. X.

Manœuvre coincé entre les butoirs d'un wagon et d'une locomotive. — 1 blessé mortellement (Ia/1961/6).

Circonstances.

Dans les dépendances d'un charbonnage, un manœuvre de locomotive s'était placé entre les butoirs d'un wagon vide immobilisé sur un aiguillage en vue d'accrocher ce wagon à une locomotive qui s'en approchait lentement en marche arrière.

Ayant remarquée que le wagon se trouvait dans une position anormale, le machiniste de la locomotive tenta d'en avertir le manœuvre en poussant des cris.

Au moment où la locomotive s'approcha lentement du wagon, le manœuvre voulut passer entre les butoirs mais fut coincé entre ceux-ci.

Les deux roues avant du wagon se trouvaient sur une des voies de l'aiguillage, tandis que les deux roues arrière se trouvaient sur l'autre voie de celui-ci.

Les ouvriers disposaient d'une chaîne d'assemblage servant d'allonge lorsqu'il n'était pas possible d'accrocher le wagon à la locomotive au moyen des chaînes d'attelage normales. Dans le cas présent, ils avaient estimé qu'il était possible de se passer des chaînes d'allonge.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Cet accident est évidemment dû à l'imprudence tant de la victime que du machiniste, lesquels ont voulu réaliser l'accrochage malgré la position anormale du wagon sur un aiguillage.

J'estime que les consignes devraient comporter l'interdiction formelle de procéder à l'accrochage de wagons qui ne se trouvent pas dans une position normale sur les rails.

Bruxelles, le 5 janvier 1962.

b) TRANPORT VERTICAL OU SUR VOIE INCLINEE

Notice n° M. 60.

Machiniste atteint par une roue d'un skip de mise à terril. — 1 blessé grièvement (Ib/1957/24).

Circonstances.

Alors qu'il ouvrait la porte de la salle des machines qu'il quittait en fin de poste, un machiniste de treuil de « mise à terril » fut blessé par la roue d'un skip qui s'était disloqué en descendant librement le plan incliné par suite de la rupture du câble.

Notice n° M. X.

Arbeider tussen de buffers van een wagon en een locomotief gekneld. — 1 dodelijk gekwetste. (Ia/1961/6).

Omstandigheden.

In de aanhorigheden van een kolenmijn was een locomotiefarbeider tussen de buffers van een wagon die op een wissel stilstond gaan staan, om deze aan een locomotief te haken die langzaam achteruit gereden kwam.

De machinist van de locomotief, die gezien had dat de wagon zich in een abnormale stand bevond, trachtte al roepende de arbeider te verwittigen.

Toen de locomotief langzaam de wagon benaderde, wilde de arbeider tussen de buffers doorgaan, maar werd er tussen gekneld.

De twee voorwielen van de wagon bevonden zich op een van de sporen van de wissel, dan wanneer de twee achterwielen zich op het ander spoor bevonden.

De arbeiders hadden een verbindingsketting die als verlengstuk gebruikt werd wanneer het niet mogelijk was de wagon door middel van de normale koppelkettingen aan de locomotief te haken. In dit geval hadden zij geoordeeld dat het mogelijk was het zonder verlengkettingen te doen.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Dit ongeval is natuurlijk aan de onvoorzichtigheid zowel van het slachtoffer als van de machinist te wijten, omdat zij de wagon aan de locomotief hebben willen haken hoewel hij in een abnormale stand op een wissel stond.

Het aanhaken van wagons die niet in een normale stand op de sporen staan zou door voorschrift stellig moeten verboden worden.

Brussel, 5 januari 1962.

b) VERTIKAAL TRANSPORT OF OP HELLEND VLAK

Nota nr M. 60.

Machinist door een wiel van een steenstortskip getroffen. — 1 zwaar gekwetste (Ib/1957/24).

Omstandigheden.

Toen de machinist van de lier van een steenstortinstallatie op het einde van de dienst de deur van de machinekamer opende, werd hij gekwetst door een wiel van een skip dat losgekomen was terwijl deze laatste ingevolge een kabelbreuk los de helling afreed.

Le skip plein pèse 3.750 kg. Le câble métallique de 19 mm de diamètre présentait un coefficient de sécurité de 11,7 et était en bon état. Il en était de même des autres organes du plan.

Il n'a pas été possible de déterminer la cause de la rupture du câble, mais il semble qu'elle puisse être attribuée à des chocs consécutifs à un déraillement. La cause du déraillement n'est pas connue non plus.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

En accord avec le Comité de Division, j'approuve les mesures qui ont été prises à la suite de cet accident notamment :

1) Placement de piquets dans les entre-voies pour faire dévier sur le terril un skip qui glisserait librement sur les rails après une rupture éventuelle du câble.

2) Construction, au pied du terril, d'un barrage approprié pour protéger les abords des salles des treuils.

Bruxelles, le 2 avril 1958.

Een volle skip weegt 3.750 kg. De metalen kabel van 19 mm doormeter had een veiligheidscoëfficient van 11,7 en was in goede staat. Ook de andere delen van het vlak waren in goede staat.

De oorzaak van de kabelbreuk heeft men niet kunnen achterhalen. Zij schijnt te mogen toegeschreven worden aan schokken veroorzaakt door een ontsporing. De oorzaak van de ontsporing is evenmin gekend.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

In akkoord met het Divisiecomité, keur ik de maatregelen goed die ten gevolge van dit ongeval genomen werden, namelijk :

1) Het plaatsen van palen tussen de spoorbanen, ten einde een skip die na een kabelbreuk los langs de sporen zou glijden over de steenstort te doen uitwijken.

2) Oprichting van een passende dam aan de voet van de steenstort, om de plaats rondom de machinekamers te beschermen.

Brussel, 2 april 1958.

Notice no M. 75.

Préposée à un niveau secondaire d'encagement de personnel, blessée par départ intempestif de la cage. (IIb/1958/18).

Circonstances.

A la recette d'un puits à la surface, l'encagement du personnel se faisait à deux niveaux distants de 2,80 m.

Le tireur, qui se tenait au niveau inférieur, sonnait après réception d'un signal verbal donné par une femme préposée au niveau supérieur.

Au moment des faits, personne ne devait être encagé au palier inférieur. A l'autre, ladite femme tenait la main sur la barrière pivotante de la cage pendant qu'un ouvrier entrait dans celle-ci.

A ce moment le tireur, distrait, fit démarrer la cage.

L'ouvrier, tiré par un camarade, échappa de justesse au danger, mais la préposée eut la main écrasée entre la barrière et la recette.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Cet accident aurait été évité si le niveau secondaire avait été équipé d'une signalisation électrique bloquant la signalisation principale aussi longtemps que le signal d'accord n'a pas été donné au niveau secondaire. Dans les installations bien conçues, ce

Nota nr M. 75.

Vrouwelijke aangestelde op een hulpvloer voor het inkooien van personeel, door het ontijdig vertrek van de kooi gekwetst. (IIb/1958/18).

Omstandigheden.

In een schacht geschiedde het inkooien van het personeel op de bovengrond op twee verschillende vloeren, 2,80 m van elkaar verwijderd.

De seingever, die op de onderste, of hoofdvloer stond, belde nadat hij een mondelinge sein ontvangen had van een vrouw die op de hulpvloer dienst deed.

Toen het ongeval gebeurde, moest er op de hoofdvloer niemand instappen. Op de hulpvloer hield de vrouw de hand op de draaibareel van de kooi terwijl een arbeider instapte.

Op dit ogenblik deed de seingever, die verstrooid was, de kooi vertrekken.

De arbeider werd door een werkmakker naar binnen getrokken en kon hierdoor juist aan het gevaar ontsnappen, maar de hand van de vrouw werd tussen de bareel en de losvloer verpletterd.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Dit ongeval had kunnen vermeden worden indien men de hulpvloer uitgerust had met een elektrische seininrichting die de hoofdseininrichting afsluit zolang het instemmend sein niet gegeven is op de hulpvloer. Bij een goed opgevatte installatie moet

signal d'accord doit être donné tant du côté de l'encagement que du côté du décagement du personnel, à tous les niveaux secondaires.

Bruxelles, le 12 août 1958.

dit sein op alle hulpvloeren gegeven worden, aan de zijde van het inkooien zowel als aan de zijde van het lossen.

Brussel, 12 augustus 1958.

c) AUTRES MOYENS DE TRANSPORT (PONTS-ROULANTS, GRUES, SCRAPERS, CONVOYEURS, ETC...)

Notice n° M. 36.

Bras entraîné entre une courroie transporteuse et son tambour moteur. — 1 blessé mortellement. (IIa/1957/7).

Circonstances.

Dans un triage-lavoir, la courroie d'un transporteur patinait sur le tambour-moteur. En voulant étendre du liquide adhésif sur ce dernier sans arrêter l'installation, l'ouvrier préposé à la surveillance eut le bras gauche entraîné et arraché entre la courroie et le tambour.

La protection de celui-ci était incomplète.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

A la suite de cet accident, les mesures suivantes furent prises par la direction du charbonnage :

1) Placement d'une protection complémentaire constituée par deux tôles perforées, boulonnées sur la tôle de protection existante, de manière à masquer complètement le tambour moteur ainsi que le tambour d'un petit convoyeur auxiliaire proche.

2) Contrôle de tous les tambours de convoyeurs existant dans le triage-lavoir et placement des protections complémentaires voulues afin de rendre les tambours inaccessibles.

3) Le liquide adhésif pour courroies a été placé sous la garde d'un agent expérimenté.

Cet accident est à rapprocher des nombreux cas du même genre qui se sont produits dans les travaux du fond.

Il me paraît dès lors que la recommandation contenue dans ma notice n° M. 28 du 18 mai 1957 (4) est valable en ce qui concerne les installations de la surface.

Bruxelles, le 26 août 1957.

(4) Voir Annales des Mines de Belgique, décembre 1964, p. 1555.

c) ANDERE TRANSPORTMIDDELEN (ROLBRUGGEN, KRANEN, SCRAPERS, TRANSPORTBANDEN, ENZ...)

Nota nr M. 36.

Arm gevat tussen transportband en drijfrol. — 1 dodelijk gekwetste. (IIa/1957/7).

Omstandigheden.

In een was- en sorteerinstallatie gleed op zeker ogenblik een transportband over de drijfrol. Toen de met het toezicht belaste arbeider vloeibare kleefstof op de drijfrol wilde gieten zonder de installatie stil te leggen, werd zijn linkerarm tussen de band en de rol gevat en afgerukt.

Het scherm van de drijfrol was onvolledig.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ten gevolge van dit ongeval werden door de directie der kolenmijn de volgende maatregelen getroffen :

1) Plaatsen van een aanvullend scherm, bestaande uit twee doorboorde platen, die derwijze op de bestaande beschermingsplaat gevezen worden dat de drijfrol en de rol van een kleine, in de nabijheid geplaatste transportband volledig bestopt zijn.

2) Algemene controle van de rollen van de in de was- en sorteerinstallatie bestaande transportbanden en plaatsing van de nodige aanvullende beschermingsplaten ten einde de rollen ontoegankelijk te maken.

3) De vloeibare kleefstof voor banden werd onder de bewaking gesteld van een ervaren arbeider.

Dit ongeval vertoont veel gelijkenis met talrijke gevallen van dezelfde aard die zich in de ondergrondse werken hebben voorgedaan.

De aanbeveling besloten in mijn nota nr M. 28 van 18 mei 1957 (4) lijkt mij dan ook voor de bovengrondse installaties te gelden.

Brussel, 26 augustus 1957.

(4) Zie Annalen der Mijnen van België, december 1964, blz. 1555.

Notice no M. 59.

Bras entraîné par une courroie. — 1 blessé grièvement (IIIb/1957/22).

Circonstances.

Un manœuvre était chargé de surveiller le fonctionnement d'une « sauterelle » qui déversait du charbon dans un wagon. Peu après le démarrage du moteur, il constata que de la poussière de charbon s'était agglutinée à la périphérie du rouleau moteur de la courroie.

Dans l'intention de nettoyer ce rouleau sans arrêter l'appareil, il introduisit le bras gauche entre les deux brins de la courroie par une petite ouverture existant dans les flasques. Ce faisant, il eut le bras entraîné par la courroie et coincé entre celle-ci et le tambour.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

En accord avec le Comité de Division, j'estime que toutes les ouvertures proches des tambours moteurs, dont le maintien est jugé indispensable, devraient être fermées par des clapets appropriés et qu'il ne devrait être permis d'ouvrir ceux-ci qu'après l'arrêt du moteur.

Bruxelles, le 2 avril 1958.

Nota nr M. 59.

Arm door transportband meegesleept. — 1 zwaar gekwetst. (IIIb/1957/22).

Omstandigheden.

Een arbeider was belast met het toezicht op een laadtoestel met band, dat kolen in een wagen uitstortte.

Even nadat de motor was aangezet, stelde de arbeider vast dat de drijfrol met kolenstof was aangeladen.

Om deze rol te reinigen zonder het toestel stil te leggen, stak hij zijn linkerarm langs een kleine opening in de zijplaat tussen de twee banden van het toestel. Zijn arm werd door de band meegesleept en tussen deze laatste en de rol verpletterd.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

In akkoord met het Divisiecomité ben ik van mening dat alle openingen dicht bij de drijfrollen, waarvan het behoud noodzakelijk wordt beschouwd, door passende kleppen zouden moeten gesloten zijn en dat deze laatste alleen zouden mogen geopend worden nadat de motor stilgelegd werd.

Brussel, 2 april 1958.

Notice no U. 10.

Ouvrier coincé entre un point roulant et une colonne de support. — 1 tué. (IIIb/1958/3).

Circonstances.

Dans une usine, un ouvrier électro-mécanicien était chargé du service d'entretien et d'installation.

Dans un hall, il monta sur une échelle fixée à une colonne donnant accès aux chemins de roulement des ponts-roulants, pour relever sur cette colonne des dimensions dont il avait besoin.

Il n'avait pas averti les pontiers des différents ponts en service, dont l'un était arrêté à 1,15 m de ladite colonne.

A un moment donné, ce pont se remit en marche dans la direction de l'ouvrier, lui écrasa le bras et le heurta violement à la tête.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

A la suite de cet accident, des consignes précises ont été données à tout le personnel et spécialement au personnel d'entretien afin que les intéressés avertissent le pontier, non seulement lorsqu'ils doivent se rendre sur le chemin de roulement des ponts, mais aussi dès qu'ils doivent se jucher à la tête des échelles d'accès. Il serait désirable que ces instructions

Nota nr U. 10.

Arbeider tussen een rolbrug en een ondersteuningskolom gekneld. — 1 dode (IIIb/1958/3).

Omstandigheden.

In een fabriek was een elektro-mecanicien belast met het installatie- en het onderhoudswerk

In een hal klom hij op een ladder die vastgemaakt was aan een kolom welke toegang verschafte tot de rijbanen van de rolbruggen, om op die kolom bepaalde afmetingen te nemen die hij nodig had.

Hij had de machinisten van de verschillende bruggen die in gebruik waren niet verwittigd ; één van die bruggen stond stil op 1,15 m van bedoelde kolom.

Op een bepaald ogenblik begon die brug in de richting van de arbeider te rijden ; zijn arm werd verpletterd en hij kreeg een geweldige slag tegen het hoofd.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ingevolge dit ongeval werden aan al de arbeiders en in het bijzonder aan het onderhoudspersoneel nauwkeurige richtlijnen gegeven, opdat zij de brugmachinisten zouden verwittigen niet alleen wanneer zij zich op de rijbanen van de rolbruggen moeten begeven, maar ook telkens wanneer zij boven op de

figurent sur des plaques émaillées fixées à demeure au pied de ces échelles.

J'estime, en outre, que chaque fois que la chose est possible sans entraver sérieusement la marche normale de l'usine, il devrait être interdit à toute personne d'accéder ou de s'approcher des chemins de roulement aussi longtemps que les conducteurs d'alimentation sont sous tension. Dans ce cas, le courant ne devrait être rétabli que sur l'avertissement de la personne en question.

Bruxelles, le 31 juillet 1958.

Note nr U. X.

Manœuvre happé par un convoyeur à bande. — 1 tué. (IIIa/1961/15).

Circonstances.

Un manœuvre chargé de la surveillance de convoyeurs à bande dans un bâtiment de criblage d'une installation d'agglomération de minerais pour hauts fourneaux, a été trouvé sans vie à l'intérieur de l'infrastructure de support du tambour de retour et du tambour de contrainte de la station de retour d'un convoyeur à bande.

L'accident n'a pas eu de témoin direct. Il est probable que la victime, armée d'un ringard, aura été happée, soit par le brin inférieur du convoyeur, soit par le tambour de contrainte et qu'elle aura été entraînée entre la bande transporteuse et le tambour de contrainte. La position dans laquelle la victime fut découverte, les multiples fractures dont elle était atteinte, la présence d'un ringard courbé à l'intérieur de l'infrastructure de la station de retour et le soulèvement de la tôle reposant sur les longerons à l'aplomb du tambour de contrainte confirment cette hypothèse.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

A la suite de cet accident, le Comité de Division a préconisé la pose d'une cage de protection autour de la station de retour du convoyeur à bande.

J'estime qu'une mesure de ce genre devrait, autant que possible, être généralisée.

Bruxelles, le 8 mars 1962.

RUBRIQUE 3.
EMPLOI D'OUTILS, MACHINES, etc.

Notice no M. 77.

Ouvrier écrasé entre le grappin d'une grue et la paroi d'un wagon. — 1 tué. (IIa/1958/8).

Circonstances.

Deux ouvriers se tenaient dans un wagon de schlamms, dont le déchargement était presque ter-

toegangsladders moeten gaan staan. Het zou wenselijk zijn dat deze richtlijnen op verlakte platen, onder aan de ladders bevestigd, zouden worden aangeduid.

Bovendien ben ik van oordeel dat het, telkens wanneer het mogelijk is zonder de normale gang van de fabriek te storen, aan iedereen zou moeten verboden zijn op de rijbanen te komen of deze te benaderen zolang de geleiders onder spanning staan. In dit geval zou de stroom pas opnieuw mogen aangesloten worden op een teken van de bedoelde persoon.

Brussel, 31 juli 1958.

Nota nr U. X.

Arbeider door een bandtransporteur gegrepen. — 1 dode. (IIIa/1961/15).

Omstandigheden.

Een arbeider die in de zifterij van een installatie voor de agglomeratie van ertsen voor hoogovens met het toezicht op bandtransporteurs belast was, werd levenloos aangetroffen in de onderbouw van het chassis van de keerrol en de richtrol van het keerstation van een bandtransporteur.

Er waren geen rechtstreekse getuigen van het ongeval. Waarschijnlijk werd het slachtoffer, gewapend met een ijzeren stang, ofwel door de onderband van een transporteur, ofwel door de richtrol gegrepen en tussen de transportband en de richtrol meegesleurd. De ligging van het slachtoffer, de talloze breuken die het opgelopen had, de aanwezigheid van een gebogen stang in de onderbouw van het keerstation en de opheffing van de ijzeren plaat op de balken boven de richtrol bevestigen deze veronderstelling.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ingevolge dit ongeval heeft het Afdelingscomité aangeraden rond het keerstation van de bandtransporteur een beschermingskooi aan te brengen.

Ik vind dat een dergelijke maatregel zoveel mogelijk zou moeten veralgemeend worden.

Brussel, 8 maart 1962.

RUBRIEK 3.
GEBRUIK VAN WERKTUIGEN, MACHINES, enz.

Nota nr M. 77.

Arbeider tussen de grijper van een kraan en de wand van een wagon verpletterd. — 1 dode. (IIa/1958/8).

Omstandigheden.

Twee arbeiders stonden op een wagon met schlamm, die haast volledig gelost was, om de grij-

miné, pour faciliter le placement du grappin au-dessus des dernières quantités à enlever.

A ce wagon était accroché un wagon vide auquel étaient attelés deux chevaux.

La rame était bloquée par deux cales en bois.

A un moment donné, les chevaux démarrèrent brusquement, entraînant les deux wagons malgré les cales.

Les ouvriers furent précipités contre le grappin que le grutier alerté n'était pas parvenu à dégager. L'un d'eux fut écrasé entre cet engin et la paroi du wagon.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Il paraît élémentaire de dételer les chevaux pendant les manœuvres de chargement et de déchargement des wagons à l'aide d'une grue.

Bruxelles, le 12 août 1958.

per gemakkelijker boven de laatste hoeveelheden te plaatsen.

Aan die wagon was een ledige wagon vastgemaakt waaraan twee paarden gespannen waren.

De twee wagons waren geblokkeerd door middel van twee houten wiggen.

Op een bepaald ogenblik gingen de paarden plots vooruit en trokken de twee wagons mee, ondanks de wiggen.

De kraanmachinist gelukte er niet in de grijper tijdig op te trekken en een der arbeiders werd tussen de grijper en de wand van de wagon verpletterd.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Het ligt voor de hand dat paarden tijdens het laden of lossen van wagons met een kraan zouden moeten worden uitgespannen.

Brussel, 12 augustus 1958.

Notice no U. 11.

Ouvrier projeté au sol, d'une hauteur de 10 m, après avoir été entraîné et broyé entre les tambours d'enroulement des câbles de suspension d'un grappin à un pont roulant. — 1 tué. (IIa/1958/3).

Circonstances.

Dans un hall d'usine, la levée des charges d'un pont roulant de 5,5 t se faisait par grappin commandé par câbles ronds s'enroulant sur deux tambours tournant en sens inverse l'un de l'autre et mus par un moteur électrique.

En cours de service, il fut constaté que les boulons fixant les coquilles des paliers d'un arbre de commande étaient desserrés.

En vue de remédier à cette situation, deux ajusteurs montèrent sur le pont. Après avoir d'abord resserré les boulons de l'un des paliers, ils constatèrent que l'un des boulons de l'autre était brisé. Pour le retirer, ils tentèrent d'enlever le chapeau du palier, en dévissant l'autre boulon et en opérant une pesée sur le chapeau.

A ce moment, l'arbre lui-même se souleva et les roues dentées du train d'engrenages se séparèrent l'une de l'autre, permettant ainsi aux tambours d'enroulement des câbles de tourner sous le poids du grappin qui avait été maintenu levé.

Un des ajusteurs qui se tenait assis sur l'un de ces tambours fut entraîné dans l'espace de 12 cm compris entre ceux-ci et fut littéralement laminé avant de s'abattre sur le sol, une dizaine de mètres plus bas.

Nota nr U. 11.

Arbeider van een hoogte van 10 m op de grond geslingerd nadat hij tussen de trommels voor het opwinden van de ophaalkabels van de grijper van een rolbrug meegesleept en verpletterd was. — 1 dode. (IIa/1958/3).

Omstandigheden.

In een fabriekshal werden de lasten van een rolbrug van 5,5 t opgeheven door middel van een grijper bevestigd aan ronde kabels, die gewonden werden op twee in tegengestelde zin draaiende trommels, welke door een elektrische motor werden aangedreven.

Terwijl de installatie werkte, stelde men vast dat de bouten van de kussenblokken van een drijfas losgekomen waren.

Om deze toestand te verhelpen klommen twee paswerkers op de brug. Nadat zij de bouten van één van de lagers hadden vastgeschroefd, stelden zij vast dat één van de bouten van het andere lager gebroken was. Om hem te verwijderen trachtten zij de kap van het lager af te nemen door de andere bout los te schroeven en tegen de kap te duwen.

Op dit ogenblik ging de as omhoog en sprongen de tandwielen van het raderwerk uit elkaar, zodat de trommels voor het opwinden van de kabels, door het gewicht van de grijper die opgetrokken gebleven was, begonnen te draaien.

Eén van de paswerkers, die op één van de trommels zat, werd meegesleept in de 12 cm brede opening tussen de twee trommels en werd letterlijk geplet vooraleer hij een tiental meter lager op de grond viel.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

J'approuve la mesure préventive adoptée qui consiste à déposer sur le sol les charges suspendues au grappin avant de procéder à un travail quelconque d'entretien ou de réparation au pont roulant.

Bruxelles, le 24 juin 1959.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ik keur de genomen voorbehoedingsmaatregel goed, die erin bestaat de aan een heftoestel hangende lasten op de grond te doen rusten, alvorens enig onderhouds- of herstellingswerk aan het heftoestel uit te voeren.

Brussel, 24 juni 1959.

RUBRIQUE 4.

MANIPULATIONS, CHUTE D'OBJETS EBOULEMENTS

Notice n° C. 1 (5).

Eboulement, après minage, d'un banc en forme de voûte et de matériaux de recouvrement. — 1 blessé mortellement. (IIIb/1956/10).

Circonstances (fig. 1).

Dans une carrière à ciel ouvert où l'on exploitait des grès avec intercalations schisteuses, la pente des bancs était de 40° pied nord; le front d'abattage, de 42 m de hauteur, progressait vers le sud. La tête du rocher était recouverte par un tas de pierres et terres rapportées de 6 m de hauteur, arrivant jusqu'à la crête du rocher.

RUBRIEK 4.

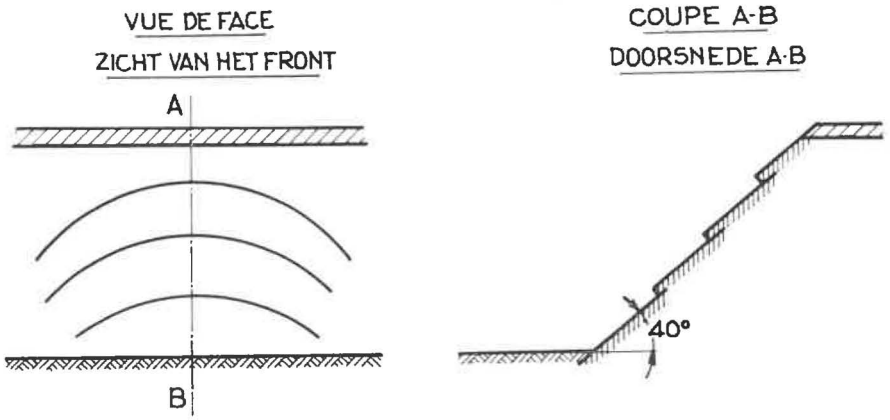
MANIPULATIES, VALLEN VAN VOORWERPEN EN INSTORTINGEN

Nota nr C. 1 (5).

Instorting, na schietwerk, van een gewelfvormige bank en dekmaterialen. — 1 dodelijk gekwetste. (IIIb/1956/10).

Omstandigheden (fig. 1).

In een openluchtgroef waar zandsteen met leisteenriffels ontgonnen werd, hadden de banken een helling van 40° naar het noorden toe. Het 42 m hoge winningsfront vorderde in zuidelijke richting. Het gesteente was met een 6 m dikke hoop aangevoerde stenen en aarde overdekt, die tot aan de rotskam reikte.



L'abattage s'effectuait à l'aide d'explosifs, banc par banc, en progressant du haut vers le bas dans la stratigraphie. Dans chaque banc, on progressait du bas vers le haut en utilisant des volées de mines disposées en arc de cercle à concavité tournée vers le bas, de manière à réaliser dans le banc, après abattage, une voûte servant de support au rocher sus-jacent.

De winning gebeurde met springstoffen, bank na bank, te beginnen met de bovenste laag. In iedere bank vorderde men van onder naar boven ; hiervoor werden mijnenreeksen afgevuurd, geplaatst in de vorm van bogen die met de holte naar onder gekeerd waren, zodat na de winning in de bank een gewelf overbleef om het overhangend gesteente te stutten.

(5) Cette notice a été diffusée sous le n° 5.

(5) Deze nota werd verspreid onder nr 5.

Après un tel tir de mines dans le banc sus-jacent, dans une voûte arrivée près du sommet du rocher, les ouvriers retournèrent immédiatement à leur travail au pied du rocher. A ce moment, la partie supérieure du banc miné s'éboula, entraînant dans sa chute une masse considérable des matériaux de recouvrement. Les pierres et les déblais s'éparpillèrent à grande distance du front, blessant mortellement un ouvrier et légèrement deux autres.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Conformément à l'avis du Conseil de Division, j'estime que l'exploitation par voûtes superposées dans les bancs successifs est à déconseiller lorsque la pente est trop forte.

Le fait que le chef d'exploitation a laissé retourner les ouvriers à front, après un tir de mines, sans qu'un examen suffisant du rocher ait eu lieu, est d'ailleurs critiquable.

En outre, la découverte du rocher n'était pas poussée en avant de l'exploitation proprement dite, ce qui est contraire à l'esprit de la réglementation sur l'exploitation des carrières à ciel ouvert.

Bruxelles, le 22 février 1957.

Notice no C. 3.

Machiniste écrasé par une grue. — 1 tué. (Ib/1957/11).

Circonstances.

Une grue sur rails, pesant 24 t environ, s'est renversée au cours de la translation d'une tranche de petit granit.

En sautant hors de sa cabine, le machiniste fut écrasé entre le sol et la plate-forme de la grue. Il avait négligé de faire amarrer celle-ci à la voie ferrée, au moyen des griffes prévues à cet effet et qui étaient en bon état. La tranche précitée pesait 4.395 kg et la charge maximum de la grue était de 5 t.

L'amarrage de la grue était laissé à la libre appréciation du machiniste qui basait sa décision sur une estimation du poids du bloc à mnœuvrer.

Avis du Comité de Division.

Le Comité conclut à une imprudence de la victime qui, en machiniste très expérimenté, aurait dû faire amarrer la grue à la voie ferrée au moyen des griffes ad hoc existantes.

Il estime qu'il y a lieu de signaler cet accident à tous les charbonnages, usines et carrières de la

Na in de bovenste bank zo'n reeks mijnen te hebben afgevuurd in een gewelf nabij de rotskam, keerden de arbeiders onmiddellijk terug naar hun werk aan de voet van het front. Op dat ogenblik stortte het bovenste gedeelte van de ondermijnde bank in en sleurde een grote massa dekmaterialen mee naar beneden. De stenen en het puin werden tot op een grote afstand van het front verspreid, waarbij een arbeider dodelijk en twee andere licht gekwetst werden.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Overeenkomstig het advies van het Divisiecomité, ben ik de mening toegedaan dat de ontginningswijze met boven elkaar gemaakte gewelven in de opeenvolgende banken af te raden is wanneer de helling te groot is.

Het feit dat het bedrijfshoofd de arbeiders naar het front heeft laten terugkeren nadat mijnen afgevuurd werden, zonder dat het gesteente voldoende onderzocht was, is overigens tot kritiek vatbaar.

De blootlegging van het gesteente was, bovendien, niet verder gevorderd dan de eigenlijke ontginning, wat in strijd is met de geest van de reglementering op de ontginning van groeven in openlucht.

Brussel, 22 februari 1957.

Nota nr C. 3.

Machinist gedood door het omkantelen van een hijskraan. — 1 dode. (Ib/1957/11).

Omstandigheden.

Een spoorkraan van ongeveer 24 t is tijdens het verplaatsen van een snede hardsteen gekanteld.

De machinist, die uit de kabine sprong, werd op de grond onder het platform van de kraan verpletterd. Hij had nagelaten deze laatste aan de sporen te bevestigen, door middel van de hiervoor voorziene haken, die in goede staat waren. De hierboven vermelde steen woog 4.395 kg, terwijl het laadvermogen van de kraan 5 t bedroeg.

Het vastmaken van de kraan was aan de vrije beoordeling van de machinist overgelaten ; deze steunde zijn beslissing op een raming van het gewicht van de te verplaatsen blok.

Advies van het Divisiecomité.

Het Comité besluit dat het ongeval aan een onvoorzichtigheid van het slachtoffer te wijten is ; als zeer ervaren machinist had deze de kraan door middel van de bestaande, hiervoor bestemde haken, aan de sporen moeten doen vastmaken.

Het is van oordeel dat dit ongeval aan al de kolenmijnen, fabrieken en groeven van de afdeling zou moeten medegedeeld worden en dat de belangheb-

Division en priant les intéressés de rappeler aux ouvriers les consignes établies pour assurer la sécurité du travail.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Tout en partageant l'avis du Comité de Division, j'estime en outre que l'amarrage ou le non-amarrage de la grue à la voie ferrée ne devrait pas être laissé à l'appréciation du machiniste, fût-il très expérimenté.

Des instructions précises à ce sujet devraient figurer dans les consignes émanant de la Direction.

Bruxelles, le 13 août 1957.

Notice n° C. 4.

Eboulement en masse. — Accident matériel. (IIIa/1958/II).

Circonstances.

On exploitait à ciel ouvert depuis plus de cinquante ans un gisement de petit granit en bancs inclinés à 67° vers le nord-ouest et découpés par une série de failles fermées, sensiblement perpendiculaires à la stratification.

L'épaisseur totale des bancs enlevés était de 20 m.

L'exploitation, pratiquée par défoncement suivant la stratification, avait créé une excavation dont la paroi nord-ouest, en surplomb, avait un développement total de plus de 200 m sur une profondeur de 50 à 65 m.

L'abattage se faisait par desserrage à la poudre noire du banc supérieur d'environ 1 m d'épaisseur et enlèvement des bancs inférieurs à l'aide d'outils.

Le *chantier* sinistré, situé dans la région nord-est de l'excavation, avait une longueur de 100 m et était séparé de la partie sud-ouest, *abandonnée*, par un éboulement survenu il y a quelques années sur environ 40 m.

Le jour de l'accident, vers 15 heures, le contremaître de la carrière constata au niveau du sol, sur le chantier de taille, une fissure longeant à une distance d'environ 25 m la paroi en surplomb de l'excavation.

Il fit aussitôt remonter les huit ouvriers qui s'y trouvaient et éloigna de la zone menacée le pont portique. Environ 1 h 40 minutes plus tard, sans aucun autre signe précurseur, la partie en surplomb s'éboula sur une longueur de près de 85 m, entraînant avec elle une partie des installations du chan-

benden zouden moeten verzocht worden de arbeiders te herinneren aan de voorschriften die voor de veiligheid van de arbeid uitgevaardigd zijn.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Alhoewel ik mij bij het advies van het divisiecomité aansluit, ben ik bovendien van oordeel dat het al dan niet vastmaken van de kraan aan de sporen niet aan de vrije beoordeling van de machinist, hoe ervaren hij ook moge zijn, zou mogen worden overgelaten.

De instructies uitgaande van de Directie zouden hieromtrent nauwkeurige beschikkingen moeten bevatten.

Brussel, 13 augustus 1957.

Nota nr C. 4.

Massale instorting. — Materieel ongeval. (IIIa/1958/II).

Omstandigheden.

Sedert meer dan vijftig jaar werd een hardsteenafzetting, bestaande uit banken die met een helling van 67° naar het noord-westen afdaalden en een reeks gesloten breuken, vrij loodrecht op de lagen, vertoonden, in open lucht ontgonnen.

De totale dikte van de weggenomen banken bedroeg 20 m.

De ontginning in dalende richting van de lagen had een uitgraving doen ontstaan waarvan de noord-westelijke overhellende wand in totaal meer dan 200 m lang was en 50 tot 65 m diep.

Bij de afbouw werd de bovenste bank, van 1 m ongeveer, door middel van buskruit losgemaakt en werden de onderste banken met werktuigen weggenomen.

De geteisterde werkplaats bevondt zich in het noord-oostelijk gedeelte van de uitgraving ; zij was 100 m lang en was gescheiden van het zuid-westelijk gedeelte, dat opgegeven was, door een instorting van ongeveer 40 m, die zich enige jaren geleden had voorgedaan.

De dag van het ongeval, omstreeks 15 uur, zag de meestergast van de groef dat de grond op de afbouwwerkplaats gescheurd was ; de scheur liep op een afstand van ongeveer 25 m evenwijdig met de overhellende wand.

Onmiddelijk deed hij de acht arbeiders die beneden aan het werk waren naar boven komen en de rolbrug uit het bedreigde gebied verwijderen. Ongeveer 1 u. en 40 minuten later stortte het overhellend gedeelte, zonder enig ander voorafgaand teken, over een lengte van haast 85 m naar beneden ; een ge-

tier, notamment la voie de roulement du pont portique.

Depuis deux à trois mois, on avait constaté, sans en rechercher la cause, que ladite voie de roulement s'affaissait dans sa partie nord-est, au point de rendre difficile la progression du pont dans cette direction.

La carrière a été définitivement abandonnée à la suite de cet éboulement.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

J'estime qu'il convient d'éviter tout surplomb dans les carrières, à moins que les portées ne soient limitées d'une manière telle que la sécurité soit assurée, notamment par application de la méthode d'exploitation par abandon de massifs.

Bruxelles, le 10 octobre 1958.

Notice no U. X.

Manœuvre asphyxié par du minerai de fer dans un silo en nettoyage. — 1 tué (IIa/1960/36).

Circonstances.

L'accident s'est produit au cours du nettoyage d'une trémie à minerai de fer 0-10 mm cru, d'une capacité de 4 t et constituée par une partie supérieure carrée de 6 m de côté et de 4,35 m de hauteur et d'une partie inférieure pyramidale haute de 4,55 m, inclinée à 61°. La vidange de cette trémie se faisait à l'aide d'une sole doseuse alimentant la bande d'agglomération de l'usine.

Le minerai fin collant aux parois, un nettoyage hebdomadaire à la pioche était nécessaire.

Les deux manœuvres chargés de ce travail de décrassage prirent pied sur le tas de minerai compact, tandis qu'un troisième maintenait la corde qui était fixée d'une part à la ceinture de sécurité des deux travailleurs, et d'autre part au garde-corps d'une passerelle qui surplombait le silo.

Une échelle était disposée dans la trémie afin de permettre aux hommes de regagner la passerelle. Le manœuvre posté sur la passerelle était en communication, par l'intermédiaire d'un porte-voix, avec le préposé permanent à la sole doseuse, posté sous la trémie. Le travail était contrôlé par un contremaître qui, après avoir assisté au début du travail, se tenait à une distance d'environ 12 m de la trémie, dans le poste de commande automatique de l'installation.

La sole doseuse était mise en marche à vitesse très réduite afin de faire descendre lentement le niveau de minerai dans la trémie.

Dès que le niveau était suffisamment descendu dans la partie centrale, les manœuvres, munis d'une

deelte van de werkplaatsinstallaties werd meegesleurd, onder meer het spoor van de rolbrug.

Sedert twee, drie maanden had men, zonder na te gaan waarom, vastgesteld dat het rolspoor aan de noord-oostelijke kant zakte, derwijze dat de brug moeilijk in die richting vooruitkwam.

Ingevolge deze instorting werd de ontginning van de groef voorgoed stopgezet.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ik vind dat overhellende massieven in de groeven steeds moeten vermeden worden, tenzij de draagwijdte zodanig beperkt wordt dat de veiligheid niet in het gedrang wordt gebracht, wat onder meer bereikt wordt door toepassing van de ontginningsmethode met opgegeven massieven.

Brussel, 10 october 1958.

Nota nr U. X.

Arbeider in een bunker die gereinigd werd onder ijzererts verstikt. — 1 dode. (IIa/1960/36).

Omstandigheden.

Het ongeval is gebeurd tijdens het schoonmaken van een bunker voor ruw ijzererts 0-10 mm. Deze bunker, met een capaciteit van 4 t, bestond uit een vierkant bovengedeelte van 6 m zijde en 4,35 m hoogte en een ondergedeelte in de vorm van een piramide, dat 4,55 m hoog was en een helling van 61° had. Hij werd geledigd door middel van een doseerplaat, die de agglomeratieband van de fabriek bevoorraadde.

Daar het fijne erts aan de wanden plakte, moest de bunker iedere week met de pikhamer schoongemaakt wôrden.

De twee arbeiders die met deze schoonmaak belast waren stonden op de ertsmassa, terwijl een derde het touw vasthield dat enerzijds aan de veiligheidsgordel van de twee arbeiders en anderzijds aan de leuning van een loopbrug boven de bunker vastgemaakt was.

In de bunker stond een ladder waarmee de arbeiders naar de loopbrug konden klimmen. De arbeider die op de loopbrug stond, was door middel van een roephoorn in verbinding met de bestendige aangestelde aan de doseerplaat, die onder de bunker stond. Het werk gebeurde onder toezicht van een meestergast, die de aanvang van het werk bijgewoond had en zich daarna op een afstand van ongeveer 12 m van de bunker in de automatische bedieningspost van de installatie ophield.

De doseerplaat werd zeer traag in werking gesteld ten einde het peil van het erts in de bunker langzaam te doen dalen.

pioche, étaient chargés de réduire le talus naturel et d'assurer le glissement régulier du minerai en piochant le talus résultant du soutirage à débit réduit. Selon les témoins, la hauteur du talus ne dépassait, à aucun moment, 1,40 m au-dessus du fond de la cuvette. Le travail progressait normalement et le niveau de minerai, baissant petit à petit, arrivait à la base des parois verticales lorsque subitement une quantité anormale de minerai glissa vers le centre de la trémie et ensevelit partiellement les deux manœuvres, l'un jusqu'aux genoux, l'autre jusqu'à la poitrine.

Il s'avéra vain de tirer sur la corde, sur les ceintures, sur les bras ou sur le corps des victimes, tellement l'adhérence était grande. Il fallut couper les pantalons et creuser dans la matière à la main, à la pelle et à la pioche.

L'un des manœuvres qui avait réussi à lâcher ses sabots fut dégagé après une quinzaine de minutes. Il n'était pas blessé et put remonter à l'échelle par ses propres moyens.

L'autre manœuvre, qui portait des chaussures en cuir, n'avait plus que les jambes prises lorsqu'un second éboulement se produisit le recouvrant totalement, tandis qu'un des sauveteurs fut partiellement enseveli.

Il fallut environ 30 minutes d'efforts pour délivrer le sauveteur, mais le manœuvre était décédé lorsqu'on parvint à le retirer quelques minutes plus tard.

Précédemment, on avait utilisé pour effectuer ce travail de décrassage des vibrateurs divers et l'on avait aussi eu recours au ringardage par le haut, en nacelle ou par des orifices des parois, ainsi qu'à des injections d'air comprimé.

La méthode suivie au moment de l'accident était utilisée, sans incident, chaque semaine depuis 18 mois.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Cet accident a mis en lumière le danger particulier que présente le travail de nettoyage des silos contenant des minerais de fer de calibre 0/10 mm destinés à l'agglomération, même lorsque les ouvriers sont munis d'une ceinture de sécurité reliée à une corde tenue par le personnel de surveillance.

En accord avec l'avis du Comité de Division, j'estime qu'il convient d'interdire les méthodes de nettoyage où le personnel prend appui sur la matière contenue dans le silo.

Bruxelles, le 29 octobre 1962.

Zodra het peil in het midden van de bunker genoeg gedaald was, moesten de arbeiders het natuurlijke talud met een pikhamer afhouwen en het erts regelmatig doen neerglijden door het talud, door het langzaam uitlopen ontstaan, af te houwen. Volgens de getuigen bedroeg de hoogte van het talud nooit meer dan 1,40 m. Het werk vorderde normaal en het peil van het erts dat langzaam daalde bereikte de basis van de vertikale wanden, toen plots een abnormale hoeveelheid erts naar het midden van de bunker schoof en de twee arbeiders gedeeltelijk bedolf, de ene tot aan de knieën, de andere tot aan de borst.

Aan het touw, de gordels, de armen of het lichaam van de slachtoffers trekken bleek vruchteloos te zijn, zo vast was de greep. Men moest de broeken afsnijden en met de hand, de schop en de pikhamer in het erts graven.

Een van de arbeiders was erin geslaagd zijn klompen uit te trekken en werd na een vijftiental minuten bevrijd. Hij was niet gekwetst en kon zelf de ladder opklimmen.

De andere arbeider, die lederen schoenen droeg, zat nog enkel met de benen vast toen een tweede instorting zich voordeed, waardoor hij volledig bedolven werd, terwijl een van de redders gedeeltelijk werd bedolven.

Het duurde ongeveer dertig minuten eer de redder kon bevrijd worden, maar de arbeider was overleden toen men er enkele minuten later in slaagde hem uit het erts te trekken.

Om dat schoonmaakwerk te verrichten had men vroeger allerhande vibratoren gebruikt en had men ook van boven, van in een schuit, of door openingen in de wanden met pookijzers gewerkt en perslucht ingeblazen.

De methode die ten tijde van het ongeval gebruikt werd, had men 18 maanden lang iedere week zonder enig incident toegepast.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Dit ongeval wijst op het bijzonder gevaar verbonden aan het schoonmaken van bunkers met ijzererts van 0/10 mm dat voor agglomeratie bestemd is, zelfs als de arbeiders een veiligheidsgordel dragen waaraan een touw vastgemaakt is dat door het toezichtspersoneel wordt vastgehouden.

Ik treed het advies van het Afdelingscomité bij, om te zeggen dat schoonmaakmethodes waarbij de arbeiders op de stof in de bunker steunen, zouden moeten verboden worden.

Brussel, 29 oktober 1962.

RUBRIQUE 5.

CHUTE DE LA VICTIME

Notice no C. 2 (6).

Chute dans la cage d'un monte-charge. — 1 tué. (IIIa/1956/16).

Circonstances.

Un manœuvre a été précipité au fond du monte-charge d'une installation de fours à chaux alors qu'il introduisait, à la recette intermédiaire, un wagonnet dans un compartiment dont la barrière était ouverte, tandis que le plancher mobile correspondant se trouvait 13 m plus bas.

Les portes des recettes intermédiaire et supérieure n'étaient pas munies d'enclenchements permettant d'immobiliser l'appareil quand ses portes sont ouvertes et de maintenir celles-ci fermées quand le plancher mobile n'est pas au niveau correspondant. De plus, la recette inférieure était dépourvue de porte.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Je rappelle la circulaire du Directeur Général des Mines n° 18B/1723 du 25 avril 1949 précisant que le 4e alinéa de l'article 272 du Règlement Général pour la Protection du Travail est applicable à tous les monte-charges, même s'ils ne servent pas à la translation de personnel et que ce texte vise surtout à protéger le préposé à la recette, à chacun des étages.

Bruxelles, le 6 mars 1957.

Notice no U. 5.

Chute d'un ouvrier-soudeur dans un haut fourneau en reconstruction. — 1 tué. (IIa/1956/26).

Circonstances.

Dans un haut fourneau en reconstruction, quatre ouvriers soudaient à l'arc électrique les joints horizontaux des plats de protection en fer appartenant au garnissage intérieur du gueulard.

Ils avaient commencé par la partie inférieure du gueulard. Ils se tenaient sur un plancher mobile composé de planches jointives reposant sur une plate-forme métallique, suspendue au dôme de prise de gaz du haut fourneau à l'aide de quatre câbles en acier de 12 mm de diamètre.

(6) Cette notice a été diffusée sous le n° 12.

RUBRIEK 5.

VALLEN VAN HET SLACHTOFFER

Nota nr C. 2.(6).

Val in de koker van een goederenlift. — 1 dode. (IIIa/1956/16).

Omstandigheden.

Een sleper is in de koker van de goederenlift van een kalkoveninstallatie naar beneden gestort toen hij op de tussenverdieping een wagentje in een vak duwde waarvan het hekken geopend was terwijl de beweegbare vloer zich 13 m lager bevond.

De deuren van de bovenste en de tussenliggende laadplaatsen waren niet voorzien van een mechanisme dat de lift stillegt wanneer deze deuren geopend worden en deze laatste gesloten houdt wanneer de lift zich niet op de hoogte van de er mee overeenstemmende laadplaats bevindt. Bovendien was er geen deur op de onderste losplaats.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ik vestig nogmaals de aandacht op het rondschrijven van 25 april 1949 van de Directeur-Generaal van het Mijnwezen, nr 18B/1723, waarin gezegd wordt dat het vierde lid van artikel 272 van het Algemeen reglement voor de arbeidsbescherming op al de goederenliften toepasselijk is, zelfs indien zij niet voor het vervoer van het personeel gebruikt worden en dat deze tekst vooral tot doel heeft op iedere verdieping de aangestelde op de laadplaats te beschermen.

Brussel, 6 maart 1957.

Nota nr U. 5.

Val van een lasser in een hoogoven in heropbouw. — 1 dode. (IIa/1956/26).

Omstandigheden.

In een in heropbouw zijnde hoogoven waren vier arbeiders bezig de horizontale naden van de ijzeren schutplaten van de binnenbekleding van de uitlaat van de oven electrisch te lassen.

Zij waren begonnen met de benedenkant van de uitlaat. Zij bevonden zich op een beweegbare vloer van tegen elkaar sluitende planken die op een metalen platform rustten ; dit laatste hing met vier stalen kabels van 12 mm doormeter aan de koepel voor gasafname van de hoogoven.

(6) Deze nota werd verspreid onder nr 12.

Chacun de ces câbles était, en outre, doublé par un câble de sécurité de 8 mm de diamètre, également en acier.

Chaque ouvrier disposait d'un poste de soudure de 19 kVA situé à l'extérieur du gueulard. On utilisait des baguettes de 5 mm de diamètre, correspondant à une intensité de 200 A par poste.

Le courant était amené aux électrodes de soudure par des câbles isolés en caoutchouc. Le retour du courant au poste de soudure se faisait par les plats de protection à souder, lesquels avaient préalablement été reliés électriquement au blindage extérieur du haut fourneau, par une connexion établie au sommet du gueulard.

Les postes de soudure étaient, eux aussi, reliés à ce même blindage.

Au cours des opérations, un des câbles de suspension et le câble de sécurité correspondant se rompirent. Le plancher bascula et un des soudeurs glissa et fit une chute mortelle de 22 m.

Le poids total du plancher était de 2.300 kg; la charge de rupture de chacun des câbles de suspension à l'état neuf était de 8.000 kg environ, celle des câbles de sécurité 2.700 kg.

Au cours de l'enquête, il est apparu que, soit la plate-forme, soit un câble de suspension avait pu entrer accidentellement en contact avec la garniture intérieure qu'on était occupé à souder. Or, pour atteindre le blindage extérieur, le courant de retour devait parcourir la partie du revêtement intérieur qui n'était pas encore soudée et qui présentait de ce fait une résistance électrique assez grande.

Ceci explique qu'à la suite du contact accidentel précité, un des câbles de suspension fut parcouru par un courant important et qu'il s'échauffa au point de se rompre.

Divers essais furent effectués sur des câbles identiques, soumis à une charge de 500 kg. Les ruptures se produisirent pour des courants de 400 à 550 A, après des durées allant de 15 s à 130 s.

En ce qui concerne le câble de sécurité, la rupture paraît devoir être attribuée au fait que ce câble n'était pas tendu et qu'il a subi une mise en charge brusque au moment de la rupture du câble n'était pas tendu et qu'il a subi une mise

Avis du Comité de Division.

Le Comité est d'avis qu'un câble de sécurité non tendu constitue une fausse sécurité.

Cet accident met en outre l'accent sur la nécessité d'une bonne mise à la terre.

Iedere kabel was bovendien verdubbeld door een veiligheidskabel van 8 mm doormeter, eveneens in staal.

Iedere arbeider beschikte over een laspost van 19 kVA, die buiten de uitlaat van de hoogoven geplaatst was. Men gebruikte staven van 5 mm doormeter, overeenkomende met een intensiteit van 200 A per post.

De stroom werd door kabels met rubberen isolering naar de laselectroden geleid. De terugkeer van de stroom naar de lasposten geschiedde langs de te lassen schutplaten die, vooraf, door middel van een aan de kop van de uitlaat aangebrachte verbinding, met de buitenbekleding van de hoogoven electrisch verbonden waren.

De lasposten waren zelf ook met deze buitenbekleding verbonden.

Tijdens het werk brak één van de ophangkabels, samen met de erbij horende veiligheidskabel. De vloer kantelde en één van de lassers gleed uit en deed een dodelijke val van 22 m.

Het totaal gewicht van de vloer was 2.300 kg ; de breuklast van iedere ophangkabel bedroeg, in nieuwe staat, ongeveer 8.000 kg ; die van de veiligheidskabels 2.700 kg.

Tijdens het onderzoek is gebleken dat ofwel het platform, ofwel een ophangkabel, toevallig in aanraking moet gekomen zijn met de binnenbekleding die men aan het lassen was. Maar, om de buitenbekleding te bereiken, moest de terugkerende stroom het gedeelte van de binnenbekleding doorlopen dat nog niet gelast was en dat bijgevolg een vrij grote electrische weerstand bood.

Dit verklaart dat één van de ophangkabels, ingevolge de hierboven vermelde toevallige aanraking, door een belangrijke electrische stroom doorlopen werd en zo heet werd dat hij brak.

Verscheidene proefnemingen werden gedaan met identische kabels, onderworpen aan een last van 500 kg. Voor stromen van 400 à 500 A braken de kabels na 15 s à 130 s.

Wat de veiligheidskabel betreft, schijnt de breuk te wijten te zijn aan het feit dat deze kabel niet gespannen was en aldus, op het ogenblik dat de ophangkabel brak, plotseling belast werd.

Advies van het Divisiecomité.

Het Comité is van oordeel dat een niet gespannen veiligheidskabel een valse veiligheid biedt.

Dit ongeval vestigt bovendien de aandacht op de noodzakelijkheid van een goede verbinding met de grond.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

J'appuie l'avis émis par le Comité de Division.

J'y ajoute qu'il faut veiller à ce que la résistivité du circuit de retour emprunté par le courant soit aussi faible que possible.

Bruxelles, le 30 août 1957.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ik sluit mij aan bij het advies van het Divisiecomité.

Ik voeg er aan toe dat men er dient voor te waken dat de resistiviteit van de door de terugkerende stroom gevolgde omloop zo klein mogelijk weze.

Brussel, 30 augustus 1957.

Notice no M. 45.

Chute, d'une hauteur de 7 m, d'un manœuvre occupé à la démolition d'une cheminée de chaufferie. 1 blessé mortellement. (IIa/1957/18).

Circonstances.

Un ouvrier-monteur était occupé, à 17 m au-dessus du niveau du sol, à démolir une cheminée en maçonnerie de claveaux en béton, pesant chacun environ 120 kg; les matériaux étaient jetés à l'intérieur de la cheminée.

Il se tenait sur une plate-forme de 0,65 m de largeur entourant la cheminée et constituée de planches posées sur des consoles métalliques. Celles-ci étaient simplement accrochées à un cercle en fer plat de 40 mm de hauteur et 4 mm d'épaisseur, serré par un tendeur sur le pourtour de la cheminée. Ce cercle était descendu au fur et à mesure de l'avancement du travail.

Les crochets d'attache des consoles avaient une profondeur d'encoche de 26 mm.

Tout à coup, un tronçon de la plate-forme sur laquelle se tenait le monteur s'effondra, entraînant dans sa chute l'ouvrier qui fut mortellement blessé.

Deux des consoles de support du tronçon d'échafaudage effondré étaient tombées et un claveau brisé en trois morceaux se trouvait sur le sol à l'extérieur de la cheminée.

Le cercle métallique était déformé et affaissé au droit du dernier claveau enlevé.

Avis du Comité de Division.

Le Comité critique la faible profondeur des crochets d'attache des consoles et prend acte de la décision prise par la Direction de l'entreprise de modifier le mode d'accrochage.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

J'approuve la mesure prise par la Direction de l'entreprise et qui consiste à augmenter la hauteur des crochets des consoles et à empêcher leur sortie du cercle métallique par des broches les traversant en dessous de ce dernier.

Bruxelles, le 3 janvier 1958.

Nota nr M. 45.

Val van een arbeider, bij het afbreken van de schoorsteen van een ketelhuis van 17 meter hoogte. — 1 dodelijk gekwetste. (IIa/1957/18).

Omstandigheden.

Op 17 m boven de begane grond was een monteerder een gemetselde schoorsteen, in betonblokken van ongeveer 120 kg elk, aan het afbreken ; de materialen werden in de schoorsteen geworpen.

Hij stond op een vloer van 0,65 m breedte die de schoorsteen omringde en die bestond uit planken rustende op ijzeren steunen. Deze laatste waren eenvoudig vastgehaakt aan een ring in platijzer van 40 mm breedte en 4 mm dikte, die met een spanbout rond de schouw gespannen was. Naarmate het werk vorderde liet men de ring zakken.

De haken van de steunen waren voorzien van een keep van 26 mm diepte.

Plotseling stortte een gedeelte van de vloer naar beneden ; de arbeider die er op stond viel mee en werd dodelijk gekwetst.

Van de steunen die het neergestorte gedeelte van de vloer moesten dragen, waren er twee gevallen en een betonblok lag in drie stukken gebroken naast de schoorsteen op de grond.

Rechtover de plaats waar de laatste blok weggenomen werd, was de ijzeren ring misvormd en naar beneden gezakt.

Advies van het Divisiecomité.

Het comité brengt kritiek uit op de geringe lengte van de haken van de steunen en neemt nota van de door de directie van de onderneming genomen beslissing het aanhaakstelsel te wijzigen.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ik keur de door de directie van de onderneming genomen maatregel goed, die erin bestaat de lengte van de haken te vergroten en er, onder de ring, een spil door te steken om te beletten dat zij uit deze laatste zouden schuiven.

Brussel, 3 januari 1958.

Notice n° U. X.

Chute d'un ouvrier maçon. — 1 tué. (Ia/1963/1).

Circonstances.

Un ouvrier maçon se trouvant dans la gouttière de la toiture d'un hall de laminage à chaud a fait une chute d'environ 10 m de hauteur en passant au travers d'une plaque en plastique ondulé translucide qui se brisa. L'ouvrier tomba dans un four à recuire en cours de chargement et fut carbonisé.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

La cause de la chute de l'ouvrier n'a pas pu être déterminée avec certitude mais, attendu qu'il y avait un orage au moment de l'accident, on a émis l'hypothèse que la victime aurait été atteinte par la foudre.

Quoi qu'il en soit, j'estime que le personnel devrait être dûment informé des précautions qu'il convient de prendre en cas d'orage, notamment en ce qui concerne les travaux où il existe un risque de chute grave.

Bruxelles, le 30 mai 1963.

Nota nr U. X.

Een metselaar gevallen. — 1 dode. (Ia/1963/1).

Omstandigheden.

Een metselaar die zich in de dakgoot van een heetwalserij bevond, is van een hoogte van ongeveer 10 m door een doorschijnende golfplaat van plastiek gevallen. Hij viel in een uitgloei-oven die men aan het vullen was en werd verkoold.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Men heeft niet met zekerheid kunnen vaststellen door welke oorzaak de arbeider gevallen was ; aangezien er op het ogenblik van het ongeval een onweder was, heeft men verondersteld dat het slachtoffer door de bliksem werd getroffen.

In ieder geval vind ik dat het personeel behoorlijk zou moeten ingelicht worden over de voorzorgen die tijdens een onweder moeten worden genomen. meer bepaald als het gaat om werken waar een ernstig valrisico bestaat.

Brussel, 30 mei 1963.

RUBRIQUE 6.

ASPHYXIES ET INTOXICATIONS

Notice n° U. 1 (7).

Intoxication par le benzol et l'hydrogène sulfuré. — 1 tué. (Ib/1955/33).

Circonstances.

Un réservoir cylindrique vertical à benzol, de 5 m de diamètre et 5,20 m de hauteur, comportait à son sommet un trou d'homme muni d'un couvercle. Le niveau du benzol était indiqué au moyen d'un flotteur attaché à un câble passant sur deux poulies de renvoi au-dessus du réservoir et portant un index mobile le long d'une échelle graduée.

Le câble précité étant cassé, la victime devait le remplacer. Pour cela, elle devait enlever le couvercle du trou d'homme et retirer le flotteur du réservoir au moyen d'une longue tige terminée par un crochet.

Contrairement aux habitudes normales de travail, la victime effectua seule ce travail, au cours duquel elle fut intoxiquée par les vapeurs de benzol émanant du réservoir.

(7) Cette notice a été diffusée sous le n° 8.

RUBRIEK 6.

VERSTIKKING EN VERGIFTIGING

Nota nr U.1 (7).

Vergiftiging door benzol en zwavelwaterstof. — 1 dode. (Ib/1955/33).

Omstandigheden.

Een vertikale cylindervormige benzolketel met 5 m doormeter en 5,20 m hoogte, was aan de bovenkant voorzien van een mangat met deksel. Het peil van de benzol werd aangeduid door middel van een vlotter, bevestigd aan een kabel die boven de ketel over twee schijven liep en waaraan een index hing, glijdende langs een gegradueerde lat.

Bedoelde kabel was gebroken en het slachtoffer moest hem door een nieuwe vervangen. Hiervoor moest hij het deksel van het mangat afnemen en de vlotter door middel van een lange haak uit de ketel halen.

Tegen de gewoonte in deed het slachtoffer dit werk gans alleen. Terwijl hij bezig was, werd hij door de benzoldampen, die uit de ketel opstegen, vergiftigd.

(7) Deze nota werd verspreid onder nr 8.

Mesures préventives adoptées après l'accident.

1) Le flotteur de l'indicateur de niveau a été muni d'une chaînette à son autre extrémité au bord du trou d'homme, ce qui permet de repêcher immédiatement le flotteur, sans tâtonner, lors d'une rupture du câble.

2) Des ordres ont été donnés pour que le personnel de fabrication soit averti de la présence d'ouvriers au sommet des réservoirs et pour que le refoulement du benzol soit strictement interdit pendant la durée du séjour de ces ouvriers sur le réservoir.

3) Les travaux aux réservoirs de stockage du benzol seront effectués par deux ouvriers sous les ordres d'un surveillant responsable, qui s'assurera de l'observation des précautions ci-dessus.

4) Le port du masque respiratoire à circuit fermé sera imposé si les ouvriers devaient travailler de façon prolongée à proximité du trou d'homme, comme c'est le cas lorsque le flotteur ne peut être retiré au moyen de la chaînette reliée au trou d'homme (en cas de rupture de la chaînette par exemple).

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

J'approuve les mesures qui ont été adoptées après l'accident.

J'estime, de plus, que le personnel intéressé doit être soigneusement mis en garde contre l'extrême toxicité du benzol, non seulement par absorption cutanée, mais aussi et surtout par inhalation de vapeurs.

Selon les auteurs, l'intoxication aiguë est à craindre pour une teneur de 10 mg par litre d'air; la mort brutale peut se produire à partir de 30 mg par litre d'air. En ce qui concerne l'intoxication chronique, on retient généralement la limite de 35 millionièmes, soit 0,1225 mg par litre d'air.

Il est bon de signaler l'importance du test olfactif, lequel permet de déceler une teneur de 1 mg par litre, soit une concentration déjà nettement dangereuse. Ce test est toutefois absolument insuffisant lorsqu'il s'agit de déceler le danger d'intoxication chronique; dans ce cas, il est évident que des analyses périodiques de l'air s'imposent.

Bruxelles, le 4 mars 1957.

Voorbehoedende maatregelen na het ongeval getroffen.

1) De vlotter van de peilinstallatie werd voorzien van een ketting waarvan het andere uiteinde aan de rand van het mangat bevestigd werd, zodat de vlotter, wanneer de kabel gebroken is, onmiddellijk zonder tasten kan opgevist worden.

2) Orders werden gegeven opdat het fabricagepersoneel zou verwittigd worden telkens arbeiders zich boven op de ketels bevinden en opdat de aanvoer van benzol in de ketels zou verboden worden zolang de arbeiders op de ketels verblijven.

3) De werken aan de opslagketels voor benzol zullen door twee arbeiders uitgevoerd worden, onder het bevel van een opzichter die zal nagaan of de hogervermelde voorzorgen genomen zijn.

4) De arbeiders zullen verplicht worden een masker met gesloten omloop te dragen indien zij lange tijd dicht bij het mangat moeten werken, wat onder anderen het geval zou zijn indien de vlotter niet kon opgehaald worden met de ketting (bijvoorbeeld indien de ketting zou gebroken zijn).

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ik betuig mijn instemming met de maatregelen die na het ongeval getroffen werden.

Bovendien ben ik van oordeel dat de betrokken arbeiders op hun hoede moeten gesteld worden voor het uiterst giftig karakter van benzol, niet alleen door opslorping langs de huid, maar ook en vooral door inademing van de dampen.

Volgens de auteurs bestaat er gevaar voor acute vergiftiging zodra de lucht 10 mg benzol per liter bevat ; brutale dood kan optreden vanaf 30 mg per liter. Wat de chronische vergiftiging betreft, geeft men doorgaans 35 millioenste als grens aan, hetzij 0,1225 mg per liter lucht.

Het is geraadzaam de aandacht te vestigen op het belang van de reuktest, die toelaat een gehalte van 1 mg per liter waar te nemen, wat reeds een bepaald gevaarlijk gehalte is. Maar die test volstaat geenszins wanneer het gaat om het opsporen van het gevaar voor chronische vergiftiging. Het is duidelijk dat in dit geval periodische ontledingen van de lucht moeten gedaan worden.

Brussel, 4 maart 1957.

Notice no U. 9.

Batelier intoxiqué par la phosphamine. — 1 tué. (IIIb/1957/25).

Circonstances.

Parti seul du port d'Anvers, à bord d'un bateau chargé d'environ 100 t de ferrosilicium destiné à

Nota nr U. 9.

Schipper door fosfamine vergiftigd. — 1 dode. (IIb/1957/25).

Omstandigheden.

Een schipper die alleen aan boord van een boot geladen met ongeveer 100 t ijzersilicium bestemd

une usine, le batelier est tombé malade peu de temps après son arrivée au quai de destination.

Trois jours après, le bateau ayant été déchargé, on découvrit son corps inerte étendu sur le plancher, dans l'habitacle de la péniche.

Le rapport d'autopsie a conclu à l'intoxication par la phosphamine dégagée par le ferrosilicium sous l'action de l'humidité.

Il résulte des expériences qui ont été faites que le gaz dégagé dans la cale du bateau pouvait facilement se répandre dans l'habitacle par suite du manque d'étanchéité des cloisons et planchers.

Avis du Comité de Division.

Le Comité se rallie aux conclusions du rapporteur qui préconise d'interdire le transport du ferrosilicium sur bateau avec habitacle et de ne l'autoriser que par bateau remorque, à moins que l'endroit où le produit est déposé soit bien ventilé et à l'abri de la pluie.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

En l'absence d'une réglementation officielle concernant le transport de produits qui, tel le ferrosilicium, sont susceptibles de dégager des gaz toxiques, il serait souhaitable que les bateliers chargés de ces transports puissent être mis en possession d'un document mentionnant le caractère dangereux du produit et les mesures propres à écarter le danger.

Les entreprises utilisatrices de ces produits me paraissent particulièrement indiquées pour l'établissement d'un pareil document, lequel pourrait, lors de la commande, être adressé à l'agent expéditeur en vue d'être agrafé au connaissement.

M. I. Dehing, Chefs du Service des Explosifs, qui a été consulté au sujet de l'accident en question, m'a communiqué un avis dont j'extrais ce qui suit :

« Les réglementations des transports maritimes considèrent le ferrosilicium comme dangereux si la teneur en silicium est comprise entre les limites suivantes :

Règlement néerlandais	30 à 75 %
Règlement britannique	18 à 80 %
Règlement français	30 à 70 %

» D'après le procès-verbal d'enquête, l'accident d'Ougrée, est dû à du ferrosilicium 70/80 %, titrant d'après les analyses faites par les services du fournisseur en moyenne 77,5 % mais, d'après une analyse faite par le laboratoire de l'usine réceptrice, seulement 72,5 %. Cette marchandise doit être considérée comme *certainement dangereuse* si on applique la réglementation britannique; d'après les normes néerlandaises, elle *peut présenter du danger*. Elle *n'est pas* considérée comme *dangereuse* par le règlement français. Ce dernier s'inspire trop des

voor een fabriek, de haven van Antwerpen verlaten had, is enige tijd na zijn aankomst op de plaats van bestemming ziek geworden.

Drie dagen later, toen de boot gelost was, vond men hem dood op de vloer in de woning van de boot.

Volgens het verslag van de lijkschouwing werd hij vergiftigd door de fosfamine welke het ijzersilicium door de werking van de vochtigheid uitgewasemd had.

Uit proefnemingen is gebleken dat het gas ontstaan in het ruim van de boot gemakkelijk in de woning kon doordringen, aangezien de schutsels en vloeren niet luchtdicht waren.

Advies van het Divisiecomité.

Het Comité sluit zich aan bij de conclusies van de verslaggever die vindt dat het vervoer van ijzersilicium met boten voorzien van een woning zou moeten worden verboden en dat dit vervoer alleen zou mogen toegelaten worden met gesleepte boten, tenzij de plaats waar de stof ligt goed verlucht is en beschut tegen regen.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Bij gebrek aan een officiële reglementering betreffende het vervoer van produkten die zoals ijzersilicium, giftige gassen kunnen uitwasemen, zou het wenselijk zijn dat de schippers die zulke stoffen moeten vervoeren een document zouden ontvangen waarin gewezen wordt op de gevaarlijke aard van het produkt en waarin de maatregelen aangeduid zijn waarmee het gevaar kan vermeden worden.

De bedrijven die deze produkten verbruiken lijken mij bijzonder aangewezen om zulk document op te stellen dat bij de bestelling aan de expediteur zou kunnen worden gezonden om dan bij het cognossement te worden gevoegd.

De Hr. I. Dehing, hoofd van de Dienst der Springstoffen, die over bedoeld ongeval werd geraadpleegd, heeft mij een advies gezonden waarvan ik het volgende ontleen :

« In de verschillende reglementeringen betreffende het vervoer op zee wordt ferro-silicium gevaarlijk geacht indien het silicium-gehalte begrepen is tussen onderstaande grenzen :

in het Nederlands reglement :	van 30 tot 75 %
in het Britse reglement :	van 18 tot 80 %
in het Franse reglement :	van 30 tot 70 %.

» Volgens het proces-verbaal van onderzoek is het ongeval van Ougrée te wijten aan ferro-silicium van 70/80 %, dat volgens de ontledingen door de diensten van de leverancier verricht, gemiddeld 77,5 % silicium bevatte, maar volgens een ontleding in het laboratorium van de fabriek van bestemming slechts 72,5 %. Deze waar moet *zeker gevaarlijk* geacht worden indien men de Britse reglementering toe-

règlements relatifs aux transports par chemin de fer et par route et, de ce fait, il ne me paraît *pas* être *assez sévère.*

» En attendant qu'une réglementation générale sorte, la meilleure mesure pour éviter des accidents avec le ferrosilicium 70/80 % est de *le considérer comme pouvant être dangereux* et de le *traiter comme du ferrosilicium à moins de 75 % de silicium.* Le consommateur belge devrait exiger du fournisseur étranger le mode d'emballage et l'attestation prévus au règlement néerlandais. Ce n'est que si toute garantie est donnée que le produit contient réellement *plus de* 75 % de silicium que l'*emballage* en *caisses* ou *fûts de bois* devrait être toléré. »

Je me rallie entièrement à la conclusion formulée dans cet avis.

Je reprends ci-dessous, à titre documentaire, un extrait du règlement néerlandais relatif au transport du ferrosilicium :

« *Ferrosilicium.*

» *Caractéristiques :*

» Matière solide. Sous l'effet de l'humidité, certaines sortes dégagent des gaz combustibles et toxiques.

» Tombe sous l'application de l'article 99, alinéa 8.

» *Emballage.*

a) Si la matière ne contient pas plus de 20 % de silicium, ce qui doit être prouvé par un certificat de garantie, elle peut être transportée en vrac;

» b) Si la matière contient de 30 à 75 % de silicium :

1. récipents en fer-blanc, hermétiquement fermés, emballés à l'aide de sciure de bois, laine de bois, etc. dans une caisse solide;
2. fûts solides en fer hermétiquement fermés.

» c) Si la matière contient moins de 30 % ou plus de 75 % de silicium :

caisses ou fûts solides en bois soigneusement fermés.

» Pour le transport par bateau, le fabricant est tenu de fournir une attestation indiquant la teneur en silicium et certifiant, en outre, qu'après fabrication la matière a été broyée en petits morceaux ou moulue en poudre fine et qu'elle a été exposée à l'air pendant 10 jours au moins en cet état.

» *Arrimage.*

» a) Sur le pont, à un endroit sec, éloigné de logements et de matières corrosives.

» b) Sous le pont, à un endroit sec, éloigné de logements et de substances acides ou alcalines caustiques.

past ; volgens de Nederlandse normen kan zij *ook gevaar* opleveren. Zij wordt *niet gevaarlijk* geacht in het Frans reglement. Dit laatste is te veel ingegeven door de reglementen betreffende het vervoer per spoor of op de weg en daarom schijnt het niet streng genoeg te zijn.

» In afwachting dat een algemene reglementering wordt uitgevaardigd, is het beste middel om ongevallen met ferro-silicium van 70/80 % te vermijden, het *te beschouwen als kunnende gevaarlijk zijn* en het *als ferro-silicium met minder dan 75 % silicium* te *behandelen.*

» De Belgische verbruiker zou van de vreemde leverancier de in het Nederlandse reglement voorziene wijze van verpakking en het aldaar voorgeschreven getuigschrift moeten eisen. Alleen wanneer de volledige waarborg gegeven is dat het produkt werkelijk meer dan 75 % silicium bevat, zou de verpakking in houten kisten of tonnen mogen worden geduld. »

Ik sluit mij volledig aan bij de conclusie die in dit advies gegeven wordt.

Als documentatie herneem ik hierna een uittreksel uit het Nederlands reglement betreffende het vervoer van ferrosilicium :

« *Ferrosilicium.*

» *Eigenschappen.*

» Vaste stof. Sommige soorten ontwikkelen met vocht een brandbaar en vergiftig gas.

» Valt onder artikel 99, lid 8.

» *Verpakking.*

» a) Indien de stof niet meer dan 20 % silicium bevat, waaromtrent een garantiebewijs moet kunnen worden voorgelegd, mag zij onverpakt vervoerd worden.

» b) Indien de stof 30 - 75 % silicium bevat :

1. gasdicht gesloten blikken, verpakt met zaagmeel, houtwol of derg. in een stevige kist ;
2. gasdicht gesloten sterke ijzeren vaten.

» c) Indien de stof minder dan 30 % of meer dan 75 % silicium bevat, in zorgvuldig gesloten stevige houten kisten of vaten.

» Voor verscheping moet door de fabrikant een verklaring worden voorgelegd, waarop het percentage silicium staat aangegeven en waarop tevens verklaard wordt dat de stof na fabricage in kleine stukken is gebroken of tot fijn poeder is gemalen en in die toestand gedurende minstens 10 dagen onder een afdak aan de lucht is blootgesteld geweest.

» *Stuwage.*

» a) Aan dek, op een droge plaats, verwijderd van verblijfplaatsen en van corrosieve stoffen.

» *Particularités.*

» Le ferrosilicium titrant de 30 à 75 % de silice ne peut pas être transporté à bord de bateaux de voyageurs.

» Il faut veiller à ce que les containers ne soient pas manipulés brutalement. »

Bruxelles, le 17 novembre 1959.

» b) Onder dek, op een droge plaats, verwijderd van verblijfplaatsen, van zuren en bijtende alkaliën.

» *Bijzonderheden.*

» Ferrosilicium dat 30 - 75 % silicium bevat mag niet met passagierschepen worden vervoerd.

» Er dient zorg gedragen te worden dat de containers niet ruw worden behandeld. »

Brussel, 17 november 1959.

Notice n° M. 103.

Trois ouvriers tués au cours du nettoyage d'un carneau de chaudière dans une usine d'agglomérés. (Ic/1963/20).

Circonstances.

Dans une fabrique d'agglomérés, deux chaudières étaient alternativement en activité pour fournir de la vapeur au malaxeur à brai et des fumées chaudes au four de séchage des charbons.

Les fumées relativement chaudes (300 à 400°) de ces chaudières étaient conduites au four susdit par un carneau de 70 m de longueur et 2,50 m² environ de section.

En vue du nettoyage de ce carneau pendant les congés payés, immédiatement après l'arrêt de la seule chaudière en activité, les registres de celle-ci et les trous de visite du carneau furent ouverts et pendant 12 heures on déversa de l'eau.

Vingt heures plus tard, trois ouvriers descendirent par un des trous de visite dans le carneau, où l'épaisseur des suies était de 70 cm environ. Brusquement des fumées sortirent en abondance par ce trou de visite et les trois ouvriers appelèrent au secours. Aidés par les témoins, ils sortirent du carneau, tous trois mortellement brûlés.

En ce qui concerne la cause de cet accident, l'hypothèse la plus plausible est que la suie charbonneuse, insuffisamment imbibée d'eau, se serait rallumée, donnant lieu à évaporation de l'eau imprégnant des cendres sous-jacentes provenant de combustions antérieures. La croûte constituée par ces cendrées agglomérées se serait opposée au dégagement de cette vapeur, jusqu'au moment où elle se serait rompue sous l'effet de la pression, en donnant lieu à un jet de vapeur.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

A la suite de cet accident, il nous paraît utile d'attirer l'attention des intéressés sur les précautions qu'il y a lieu de prendre avant de permettre au personnel de pénétrer dans un carneau de chaudière, surtout lorsque l'épaisseur du dépôt de suies y est fort élevée.

Nota nr M. 103.

Drie arbeiders gedood bij het schoonmaken van de rooktunnel van een stoomketel in een agglomeratenfabriek. (Ic/1963/20).

Omstandigheden.

In een agglomeratenfabriek waren twee stoomketels afwisselend in bedrijf om stoom te leveren voor de pekmolen en hete rook voor de droogoven van de kolen.

De vrij hete rook (300 à 400°) van deze stoomketels werd naar de bewuste oven geleid door een tunnel van 70 m lengte en ongeveer 2,50 m² doorsnede.

Met het oog op het schoonmaken van deze tunnel tijdens de verlofdagen, werden de trekschuiven van de enige stoomketel die in bedrijf was en die men juist stilgelegd had en de mangaten van de tunnel opengezet en werd gedurende 12 uren water gegoten.

Twintig uren laten daalden drie arbeiders langs een van de mangaten in de tunnel af, waar de roetlaag ongeveer 70 cm dik was. Plots kwam er veel rook uit het mangat ; de drie arbeiders riepen om hulp. Door de getuigen geholpen kropen zij uit de tunnel, alle drie dodelijk verbrand.

Wat de oorzaak van dit ongeval betreft, is de meest aanvaardbare hypothese dat het koolachtige roet niet genoeg met water doordrenkt was en opnieuw vuur gevat heeft, wat de verdamping meegebracht heeft van het water dat in de onderliggende asse van vroegere verbrandingen aanwezig was. De korst door deze aaneengekoekte asse gevormd, zou de ontsnapping van deze stoom verhinderd hebben tot op het ogenblik dat zij door de druk gebroken werd en de stoom er door spoot.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Na dit ongeval lijkt het nuttig de aandacht van de betrokkenen te vestigen op de voorzorgen die dienen genomen te worden alvorens men het personeel in de rooktunnel van een stoomkel mag laten afdalen, vooral wanneer de roetlaag er zeer dik is.

Notamment, s'il est nécessaire de recourir au refroidissement des suies par l'eau, j'estime qu'il conviendrait de procéder par noyage complet du carneau et cela pendant plusieurs jours avant d'y admettre du personnel.

Par ailleurs, le nettoyage d'un carneau ne devrait jamais être entamé en un point intermédiaire quelconque mais bien à partir d'un orifice d'entrée d'air, de préférence l'extrémité du carneau par où pénètre l'air frais.

Il convient, en effet, d'éviter de faire travailler du personnel dans un courant d'air qui a parcouru une partie non encore nettoyée du carneau et qui pourrait être pollué par des émanations, vapeurs ou fumées en provenance du dépôt de suies.

Bruxelles, le 22 novembre 1963.

Meer bepaald wanneer het roet met water moet afgekoeld worden, vind ik dat de tunnel, alvorens de toegang aan het personeel veroorloofd wordt, gedurende verscheidene dagen onder water zou moeten gezet worden.

Anderzijds zou men de schoonmaak van een rooktunnel nooit op een willekeurig gekozen punt mogen aanvangen, maar wel aan een opening voor instromende lucht, liefst aan het uiteinde van de tunnel langs waar de verse lucht binnenkomt.

Men moet immers vermijden het personeel te doen werken in een luchtstroom die door een nog niet schoongemaakt gedeelte van de rooktunnel getrokken is en door uitwasemingen, dampen of rook komend uit de roetlaag zou kunnen verontreinigd zijn.

Brussel, 22 november 1963.

RUBRIQUE 7.

EXPLOSIONS, INCENDIES, FEUX

Notice no U. 7.

Ouvrier brûlé par des vapeurs de naphte enflammées par un poêle. — 1 blessé mortellement. (IIb/1957/32).

Circonstances.

Sept ouvriers plombiers se trouvaient rassemblés, avant de commencer leur journée, dans un local qui leur était spécialement réservé et qui était chauffé par un poêle. L'un d'entre eux, après avoir rempli de naphte une lampe à souder, voulut replacer sur une étagère assez élevée la cruche contenant encore 1,5 litre environ de liquide. Par suite d'un faux mouvement, il renversa la cruche, le couvercle se déboîta et le naphte se répandit sur ses vêtements. Les vapeurs s'enflammèrent au cendrier du poêle, situé à 3,50 m de là, et la flamme se propagea jusqu'à l'ouvrier qui fut mortellement brûlé.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Cet accident ne se serait pas produit si l'on avait fait usage d'un bidon à couvercle fixé par vissage ou par tout autre dispositif efficace.

L'utilisation de bidons munis d'un couvercle à simple emboîtement devrait être rigoureusement proscrit pour l'entreposage ou la manipulation de liquides dangereux. Ce mode de fermeture n'est d'ailleurs pas étanche et ne convient pas du tout pour des liquides volatils.

D'autre part, les transvasements de liquides volatils inflammables ne devraient pas être tolérés à l'intérieur de locaux où il existe des dangers d'inflammation.

Bruxelles, le 3 avril 1958.

RUBRIEK 7.

ONTPLOFFINGEN, BRAND, VUUR

Nota nr U. 7.

Arbeider nabij kachel door vuur vattende benzinedampen verbrand. — 1 dode. (IIb/1957/32).

Omstandigheden.

Vooraleer hun dagtaak te beginnen, bevonden zeven loodgieters zich samen in een lokaal dat hun speciaal voorbehouden was en dat verwarmd was door middel van een kachel. Eén van hen had zijn laslamp gevuld met benzine en wilde de kruik, die nog 1,5 liter vloeistof bevatte, terug op een tamelijk hoog rek plaatsen. Door een verkeerde beweging stootte hij de kruik om ; het deksel ging los en de benzine vloeide over zijn kleren. Aan de asbak van de kachel, die 3,50 m verder stond, schoten de benzinedampen in brand ; de vlam sloeg over naar de arbeider die dodelijk verbrand werd.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Dit ongeval zou niet gebeurd zijn indien men een kruik met een schroefdeksel gebruikt had, of met een deksel dat op een andere wijze doeltreffend bevestigd was.

Voor het opbergen of behandelen van gevaarlijke vloeistoffen zou het gebruik van kruiken met een deksel dat eenvoudig ingeduwd wordt, streng moeten verboden worden. Zulke sluiting is trouwens niet volledig dicht en niet geschikt voor vluchtige stoffen.

Anderzijds zou men het overgieten van ontvlambare vluchtige vloeistoffen niet mogen toelaten in lokalen waar gevaar voor ontvlamming bestaat.

Brussel, 3 april 1958.

Notice n° M. 64.

Incendie d'une lampisterie électrique. — Accident matériel. (IV/1956/IV).

Circonstances.

Un incendie est survenu dans une lampisterie électrique établie dans un bâtiment entièrement construit en matériaux incombustibles.

Cette lampisterie contenait 3.478 lampes à chapeau, soit 2.448 OLDHAM, 1.020 CEAG type MLB et 10 CEAG type MLC 4.1.

Tout le contenu du local fut détruit et la toiture, en acier, verre et éternit, s'effondra.

Les dégâts furent évalués à 8 millions de francs.

Les causes de l'incendie n'ont pu être précisées.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Parmi les conclusions de l'enquête approfondie à laquelle il a été procédé, j'estime qu'il y a lieu de retenir surtout les suivantes :

1) Chaque circuit électrique devrait être protégé par des fusibles distincts, partout où des courants excessifs de charge ou de décharge peuvent se produire.

2) L'utilisation de matériaux incombustibles est souhaitable, non seulement pour tout le bâtiment de la lampisterie, mais aussi pour tout l'équipement de celle-ci, y compris les lampes elles-mêmes.

Bruxelles, le 3 avril 1958.

Notice n° U. 12.

Incendie dans une centrale électrique. — Accident matériel. (Ia/1958/II).

Circonstances.

Dans une centrale électrique, une fuite d'huile s'étant produite à un joint de la tuyauterie du circuit de graissage sous pression d'un groupe turbo-alternateur, de l'huile s'est enflammée au contact d'une tuyauterie de vapeur surchauffée.

L'incendie s'est propagé à l'huile répandue sur le sol, autour du réservoir situé au droit du turbo-alternateur précité, ainsi qu'à l'huile provenant du réservoir situé au droit d'un autre groupe turbo-alternateur et dont la conduite de vidange avait sauté sous l'effet de la chaleur.

Une partie des fumées ayant emprunté le circuit de réfrigération d'un turbo-alternateur en service, un court-circuit s'est produit dans la machine qui provoqua un déclenchement général et des dégâts à différents câbles, notamment aux câbles de force des services auxiliaires.

Nota nr M. 64.

Brand in elektrische lampenkamer. — Materieel ongeval. (IV/1956/IV).

Omstandigheden.

Er is brand uitgebroken in een lampenkamer die ingericht was in een gebouw dat volledig in onbrandbare materialen was opgetrokken.

Deze lampenkamer bevatte 3.478 petlampen, nl. 2.448 Oldham-lampen, 1.020 CEAG-lampen, type MLB, en 10 CEAG-lampen, type MLC 4.1.

Alles wat zich in het lokaal bevond werd vernield en het dak, van ijzer, glas en eternit, stortte in.

De schade werd op 8 miljoen frank geraamd.

De oorzaken van het ongeval konden niet juist achterhaald worden.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Onder de conclusies van het grondig onderzoek dat ingesteld werd, ben ik van oordeel dat vooral aandacht moet geschonken worden aan wat volgt :

1) Elke elektrische kring waar te grote lading- of ontladingsstromen kunnen ontstaan, zou door middel van afzonderlijke smeltveiligheden moeten beschermd zijn.

2) Het gebruik van onbrandbare materialen is niet alleen wenselijk voor het gebouw van de lampenkamers, maar eveneens voor heel de uitrusting van deze laatsten, de lampen zoveel mogelijk inbegrepen.

Brussel, 3 april 1958.

Nota nr U. 12.

Brand in een elektrische centrale. — Materieel ongeval. ((Ia/1958/II).

Omstandigheden.

In een elektrische centrale was een lek ontstaan aan een voeg in de leidingen van de smeerkring onder druk van een turbo-alternator-groep ; toen de ontsnapte olie in aanraking kwam met een leiding met oververhitte stoom, is zij in brand geschoten.

Het vuur breidde zich uit tot de olie die verspreid was rondom de olietank die onder de genoemde turbo-alternator op de vloer stond, evenals tot de olie die voortkwam van de tank gelegen onder een andere turbo-alternatorgroep en waarvan de afvoerbuis ingevolge de hitte gesprongen was.

Omdat een gedeelte van de rook de koelkring van een in bedrijf zijnde turbo-alternator gevolgd had, deed zich in de machine een kortsluiting voor, die een algemene uitschakeling veroorzaakte en ver-

Les deux réservoirs d'huile disposés sous les groupes turbo-alternateur n'étaient ni enfouis dans le sol ni cernés de murs.

L'un d'eux était entouré d'une conduite d'eau sous pression munie d'ajutages et dont le dispositif d'arrosage fonctionna automatiquement sous l'effet de la chaleur développée par l'incendie.

Les six cents litres d'eau que contenait ce dispositif se révélèrent cependant insuffisants pour éteindre les flammes de l'huile répandue sur le sol.

Les dégâts provoqués par l'incendie, combattu de l'extérieur par les pompiers et le personnel de la centrale, furent assez importants et tout un secteur industriel fut privé de courant durant plusieurs heures.

Les conséquences de l'incendie eussent sans doute été considérablement réduites s'il avait été possible d'éteindre plus rapidement les nappes d'huile embrasées.

* * *

D'un mémoire dressé à la suite de l'accident par le Bureau d'Etudes industrielles Fernand Courtoy, concernant les mesures de prévention et de combat des feux d'huile dans les centrales électriques, j'extrais ce qui suit :

« *Installations d'une centrale électrique pouvant donner lieu à des feux d'huile.*

» I. *Moyens de prévention et d'attaque des feux d'huile.*

» 1) *Installations de graissage sous pression des groupes turbine-alternateur.*

» Ces installations comprennent essentiellement :

» a) un réservoir d'huile dont la capacité peut atteindre 15 à 16 m³;

» b) des pompes assurant la circulation de l'huile;

» c) des réfrigérants d'huile;

» d) un réseau de tuyauteries dans lesquelles l'huile circule sous une pression de 2 à 3 kg/cm².

» C'est dans le réservoir et dans les tuyauteries à huile que résident les plus grands risques d'incendie.

» *Réservoir.*

» D'une façon générale, un réservoir à huile, même de grande capacité, présente peu de danger d'incendie si la surface de l'huile est protégée par un couvercle.

» Evidemment, l'existence d'un feu important à proximité du réservoir peut entraîner une élévation dangereuse de la température de celui-ci.

» L'huile peut atteindre dans ces conditions le point de combustion et peut-être même celui d'allumage.

scheidene kabels beschadigde, o.m. de kabels voor drijfkracht van de hulpdiensten.

De twee olietanks onder de turbo-alternatorgroepen waren niet in de grond geplaatst of met muren omgeven.

Eén ervan was omringd door een waterleiding onder druk, die van spuitgaten voorzien was en waarvan het sproeimechanisme door de uitwerking van de hitte van de brand automatisch werkte.

De zeshonderd liter water die de inrichting bevatte bleken nochtans ontoereikend te zijn om de brandende olie op de vloer te blussen.

De brand, die van buitenuit door de brandweer en het personeel van de centrale werd bestreden, heeft vrij grote schade aangericht en een gehele nijverheidssector was urenlang zonder stroom.

De gevolgen van de brand zouden ongetwijfeld veel kleiner geweest zijn, indien men de brandende olieplassen sneller had kunnen blussen.

* * *

Uit een verhandeling, die na het ongeval werd opgesteld door het Bureau d'Etudes industrielles Fernand Courtoy, met betrekking tot de maatregelen ter voorkoming en bestrijding van oliebranden in de elektrische centrales, licht ik het volgende :

« *Installaties van een elektrische centrale die oliebranden kunnen veroorzaken.*

» I. *Middelen ter voorkoming en bestrijding van oliebranden :*

» 1) *Smeerinrichtingen onder druk van de turboalternatorgroepen.*

» Deze installaties bestaan hoofdzakelijk uit :

» a) een olietank, die soms 15 tot 16 m³ olie kan bevatten ;

» b) pompen om de omloop van de olie te verzekeren ;

» c) koelinrichtingen voor de olie ;

» d) leidingen waarin olie stroomt onder een druk van 2 tot 3 kg/cm².

» Het grootste gevaar voor brand ligt in de olietank en in de olieleidingen.

» *De olietank.*

» In het algemeen levert en olietank, zelfs van grote afmetingen, weinig gevaar voor brand op, indien de oliespiegel door een deksel beschermd is.

» Een groot vuur in de nabijheid van de tank kan natuurlijk een gevaarlijke stijging van de temperatuur van de tank veroorzaken.

» In deze omstandigheden kan de olie het verbrandingspunt bereiken en misschien zelfs het ontstekingspunt.

» Al het mogelijke moet dus gedaan worden om de oliemassa in de tank af te koelen.

» Il faut donc faire l'impossible pour refroidir la masse d'huile contenue dans le réservoir.

» A cet effet, une installation fixe de protection est tout indiquée. Elle comprendra essentiellement une tuyauterie embrassant le réservoir et munie d'un certain nombre de projecteurs à eau pulvérisée destinée à arroser les parois latérales du réservoir et le couvercle de celui-ci.

» L'installation fixe aura le maximum d'efficacité si elle peut entrer automatiquement en action. L'arrivée de l'eau peut être commandée par différents dispositifs à fusibles dont les caractéristiques seront fixées suivant les conditions locales.

» Certains estiment que les réservoirs à huile devraient être enterrés. Ils ne présenteraient alors pratiquement aucun danger d'incendie.

» D'autres recommandent de protéger la surface de l'huile, dans le réservoir, au moyen d'une installation fixe à mousse. L'appareil générateur de mousse doit être capable de couvrir la surface de l'huile, en 5 minutes, d'une épaisseur de mousse de 15 cm. En outre, la capacité de l'installation doit être suffisante pour déverser 40 cm de mousse sur toute la surface à protéger.

» Cependant, les principaux constructeurs interrogés sont partisans d'une protection fixe du réservoir par eau pulvérisée.

» En ce qui concerne la mise en action de l'installation, les avis diffèrent.

» Les uns préfèrent la commande automatique, étant bien entendu qu'une commande manuelle doit toujours être possible. Le détecteur déclenchant la mise en marche automatique serait du type thermique.

» D'autres conseillent une installation de détection donnant l'alarme et permettant une intervention manuelle très rapide. Le détecteur préconisé est du type ionique.

» *Tuyauteries.*

» Tous les auteurs sont d'accord pour souligner le danger d'incendie introduit dans les centrales électriques par lesdites tuyauteries qui, en cas d'avarie, peuvent mettre de l'huile en contact avec des surfaces très chaudes.

» D'après Bauman et Rossnagel, la température d'auto-inflammation des huiles de turbine varie de 343 à 371°C. A ces températures, le mélange vapeur inflammable-air prend feu en l'absence de toute flamme ou étincelle. Etant donné les hautes tempé ratures des conduites à vapeur dans les centrales modernes, il va de soi que de l'huile qui viendrait en contact avec ces conduites s'enflammerait immédiatement.

» Les précautions à prendre pour éviter des incendies de cette espèce dans toute la mesure du possible sont de deux ordres :

» Hiervoor is een vaste beschermingsinstallatie volledig aangewezen. Zij moet hoofdzakelijk bestaan uit buizen rondom de tank aangebracht en die voorzien zijn van een zeker aantal spuiten met waterverstuiving, die moeten dienen om de zijwanden en het deksel van de tank te besproeien.

» De vaste installatie zal het best haar doel bereiken, indien zij automatisch in werking kan treden. De watertoevoer kan worden ingeschakeld door allerlei mechanismen met smeltloden, waarvan de eigenschappen volgens de plaatselijke omstandigheden zullen worden bepaald.

» Sommigen zijn van oordeel dat de olietanks in de grond zouden moeten worden geplaatst. Dan zouden zij praktisch niet het minste gevaar voor brand opleveren.

» Anderen raden aan de oliespiegel in de tank te beschermen door middel van een vaste schuiminstallatie. Het schuimverwekkend toestel moet groot genoeg zijn om de oliespiegel in vijf minuten tijds met een laag schuim van 15 cm dikte te bedekken. Het vermogen van de installatie moet bovendien groot genoeg zijn om de volledige oppervlakte die moet beschermd worden met 40 cm schuim te bedekken.

» De voornaamste fabrikanten die geraadpleegd werden zijn nochtans voorstander van een vaste bescherming van de tank door middel van verstoven water.

» Wat het in actie treden van de installatie betreft, lopen de meningen uiteen. Sommigen verkiezen een automatische inschakeling, natuurlijk met de mogelijkheid de installatie steeds met de hand te kunnen inschakelen. De detector die de installatie automatisch moet inschakelen, zou van een thermisch type zijn.

» Anderen raden een verklikkingsinstallatie aan, die alarm geeft en een spoedige tussenkomst met de hand mogelijk maakt. De verklikker die zij voorstaan is van het ionische type.

» *De olieleidingen.*

» Alle auteurs zijn het eens om de nadruk te leggen op het gevaar voor brand dat deze leidingen in de elektrische centrales doen ontstaan, omdat de olie, in geval van beschadiging, in aanraking kan komen met zeer hete delen.

» Volgens Bauman en Rossnagel schommelt de zelfontvlammingstemperatuur van turbineolie tussen 343 en 371 °C. Op die temperatuur vat het mengsel van lucht en ontvlambare damp vuur, zonder enige vlam of vonk. Als men rekening houdt met de hoge temperatuur van de stoomleidingen in de moderne centrales, is het vanzelfsprekend dat olie die met deze leidingen in aanraking mocht komen onmiddellijk zal ontvlammen.

» Om soortgelijke branden zoveel mogelijk te vermijden, dienen twee soorten voorzorgsmaatregelen te worden genomen :

— il faut accorder le maximum de soins à la confections des tuyauteries afin de réduire au minimum (et si possible à zéro) le risque de fuites d'huile;
— il faut, lors de l'implantation des tuyauteries à huile, les écarter le plus possible des tuyauteries à vapeur à haute température.

» Dans l'industrie pétrolière, une pratique devenue règle absolue en ce qui concerne les tuyauteries véhiculant les hydrocarbures consiste à supprimer, partout où c'est possible, les joints réalisés par brides et boulons.

» Les tuyauteries sont, d'une façon générale, entièrement soudées. Aux endroits où des joints boulonnés ne peuvent pas être évités, il sera toujours possible de prendre des mesures appropriées pour éviter la dispersion de l'huile en cas d'avarie au joint. De même, les tubulures indispensables à l'installation des appareils de contrôle ou de mesure seront d'une robustesse à toute épreuve et bien protégées pour éviter leur destruction accidentelle.

» 2) *Sous-stations électriques.*

» Situées dans des locaux fermés, les sous-stations qui comprennent des appareils électriques à bain d'huile constituent un danger d'incendie en cas de court-circuit, de surcharge prolongée, etc.

» Il est bien connu que les incendies, dans ces installations, sont provoqués souvent par une explosion avec projection d'huile enflammée.

» La protection jugée la plus efficace consiste à installer dans le local une batterie de bonbonnes de CO_2 dont l'ouverture sera commandée par un détecteur thermique entrant en action en cas d'élévation de la température ambiante.

» Ce système de protection est devenu classique et nous ne nous y attarderons pas. D'ailleurs, un règlement de la Commission Industrielle du Comité des Assurances, relatif à la protection par CO_2, est couramment pris comme norme en cette matière.

» Il convient toutefois d'attirer l'attention sur quelques aspects particulièrement importants d'une telle installation.

» *Dispositions constructives des ouvertures d'aération.*

» Celles qui sont prévues à la partie supérieure du local doivent être constamment ouvertes ou, tout au moins, munies de clapets automatiques légers, s'ouvrant vers l'extérieur, afin d'assurer le départ des gaz en cas d'explosion.

» Les ouvertures ménagées dans la partie basse du local, en nombre aussi petit que possible, de-

— de olieleidingen dienen met de grootste zorg te worden vervaardigd, ten einde het gevaar voor olielekken zoveel mogelijk (en indien het mogelijk is, zelfs volledig) uit te schakelen ;
— bij het plaatsen van de olieleidingen moet men er voor zorgen deze zo ver mogelijk van de buizen met hete stoom aan te brengen.

» In de petroleumnijverheid is het, wat de buizen voor koolwaterstoffen betreft, een volstrekte regel geworden dat verbindingen met kraag en bouten, overal waar het mogelijk is, moeten worden vermeden.

» De buizen zijn in het algemeen volledig gelast. Daar waar verbindingen met bouten niet kunnen worden vermeden, zal het steeds mogelijk zijn passende maatregelen te nemen om in geval van een lek aan de voeg de verspreiding van de olie te verhinderen. Zo ook zullen de vertakkingen voor het aanbrengen van contrôle- of meetapparaten bijzonder stevig zijn en goed beschermd, om tegen een toevallige beschadiging beveiligd te zijn.

» 2) *Elektrische omvormingsstations.*

» In gesloten lokalen ondergebracht, leveren omvormingsstations die elektrische apparaten met een oliebad bevatten, in geval van kortsluiting, langdurige overspanning, enz., gevaar voor brand op.

» Het is goed gekend dat branden in deze inrichtingen dikwijls veroorzaakt worden door een ontploffing, waarbij brandende olie wegspat.

» De meest doeltreffend geachte bescherming bekomt men door in het lokaal een stel flessen met CO_2 te plaatsen, die zullen geopend worden door tussenkomst van een thermische detector welke in werking treedt zodra de temperatuur van de omgevende lucht stijgt.

» Dit beveiligingsstelsel is klassiek geworden en wij zullen er niet verder over uitweiden. Een reglement van de Nijverheidscommissie van het Comité der Verzekeringen (Commission industrielle du Comité des Assurances), betreffende de beveiliging door middel van CO_2, wordt trouwens algemeen als norm genomen in deze aangelegenheid.

» Het is nochtans geboden de aandacht te vestigen op enkele zeer belangrijke aspecten van een dergelijke installatie.

» *Constructieve schikkingen van de luchtingsopeningen.*

» De luchtingsopeningen in het bovenste gedeelte van het lokaal moeten voortdurend open zijn of ten minste voorzien van lichte automatische kleppen, die naar buiten opengaan,om in geval van ontploffing de gassen te laten ontsnappen.

» De openingen in het onderste gedeelte van het lokaal moeten zo klein mogelijk in getal zijn en voorzien van kleppen die luchtdicht kunnen sluiten.

vraient être pourvues de clapets pouvant assurer une fermeture étanche.

» Tous les clapets inférieurs devraient se fermer automatiquement dès les premières secondes du fonctionnement de l'extincteur automatique.

» Ce n'est qu'à cette condition que l'extinction par étouffement à l'aide de CO_2 peut être efficace. En effet, le CO_2, plus lourd que l'air, gagne les parties basses du local et tend à s'écouler hors du local par les ouvertures inférieures.

» *Emission du* CO_2.

» La rapidité de l'émission du CO_2 présente une importance capital car la violence de l'incendie est généralement telle qu'elle provoque des destructions importantes dès les premières secondes. Les bouteilles de CO_2 devront donc être munies de vannes dont la section de passage soit la plus grande possible et assure le débit maximum du CO_2.

» Par ailleurs, il sera prévu une vidange d'appoint de CO_2 à débit réduit, dite « vidange lente », destinée à compenser les pertes de CO_2 pendant le temps nécessaire à refroidir la masse échauffée, à une température inférieure au point d'auto-inflammation de l'huile.

» 3) *Gros transformateurs.*

» De nombreuses installations à eau pulvérisée pour la protection automatique des transformateurs importants ont été réalisées tant en Belgique qu'à l'étranger.

» Personne ne conteste que les transformateurs de grande puissance, refroidis à l'huile, représentent un gros risque étant donné, d'une part, les échauffements considérables résultant d'un court-circuit, par exemple, et, d'autre part, les quantités considérables d'huile contenues dans les cuves des transformateurs.

» Il faut, en effet, tenir compte de ce que, en cas d'accident, l'explosion de la cuve ou une déchirure de celle-ci peut projeter de l'huile enflammée et mettre en gravé danger des installations avoisinantes.

» Dans un article récent, M. J. Baclet, ingénieur à l'E.d.F., décrit une nouvelle méthode de protection incendie des transformateurs appelée « vidange-brassage ». Disons simplement que cette méthode consiste à injecter à la base de la cuve du transformateur un courant d'azote qui provoque un brassage de l'huile. Ce brassage substitue progressivement à la couche superficielle chaude, qui émet des vapeurs combustibles, des masses d'huile plus froide (température inférieure au point de combustion). L'émission de vapeurs ralentit puis s'arrête, ce qui amène l'extinction du feu. Il convient d'ajouter qu'avant de procéder à l'injection d'azote, on s'ef-

» Al de onderste kleppen zouden automatisch moeten dichtgaan tijdens de eerste seconden dat het automatisch blusapparaat werkt.

» Alleen onder die voorwaarde kan het blussen door verstikking door middel van CO_2 doeltreffend zijn. CO_2 is immers zwaarder dan lucht en neemt dan ook de onderste delen van het lokaal in of tracht door de onderste openingen uit het lokaal te ontsnappen.

» *Uitlating van* CO_2.

» De snelheid waarmee het CO_2 wordt uitgelaten, is van zeer groot belang, want de brand is doorgaans zo geweldig, dat hij reeds tijdens de eerste seconden aanzienlijke schade aanricht. De flessen met CO_2 moeten dus voorzien zijn van afsluitkranen met de grootst mogelijke opening, die het hoogste CO_2-debiet toelaat.

» Anderzijds moet een bijkomende CO_2-uitlaat met een beperkt debiet voorzien zijn, een zg. « trage uitloop », die moet dienen om het verlies van CO_2 te compenseren gedurende de tijd die nodig is om de verhitte massa tot beneden het zelfontvlammingspunt van de olie af te koelen.

» 3) *Grote transformatoren.*

» In België zowel als in het buitenland heeft men talrijke installaties met waterverstuiving voor de automatische beveiliging van belangrijke transformatoren verwezenlijkt.

» Niemand betwist dat transformatoren met een groot vermogen, met oliekoeling, groot gevaar opleveren, enerzijds wegens de aanzienlijke verhittingen veroorzaakt door een kortsluiting, bij voorbeeld, en anderzijds wegens de aanzienlijke hoeveelheden olie in de bakken van de transformatoren.

» Er moet inderdaad rekening mee gehouden worden dat, wanneer zich een ongeval voordoet, de ontploffing van de bak of een scheur in deze laatste, brandende olie kan doen wegspatten en groot gevaar kan opleveren voor de naburige installaties.

» Onlangs heeft de H. J. Baclet, ingenieur bij de E.d.F., in een artikel een nieuwe methode beschreven voor de beveiliging van transformatoren tegen brand, de zg. « vidange-brassage »-methode. Stippen wij alleen aan dat deze methode hierin bestaat dat aan de basis van de transformatorbak een stikstofstroom wordt ingespoten, die in de olie een stroming veroorzaakt. Door deze stroming wordt de hete bovenste laag, die brandbare dampen afzet, geleidelijk vervangen door koudere olie (waarvan de temperatuur onder het verbrandingspunt ligt). De verdamping neemt af en houdt daarna op, zodat het vuur uitdooft. Hierbij dient aangestipt dat men, vooraleer stikstof in te spuiten, het ledigen van de olieconservator tracht te verhinderen (door een kraan te sluiten) en men de olie van het bovenste gedeelte van

force d'éviter le vidage du conservateur d'huile (fermeture d'une vanne) et on vidange l'huile de la partie supérieure de la cuve sur une hauteur de 10 cm environ.

» 4) *Magasins à huile.*

» En plus des dispositions constructives qui commandent d'emmagasiner les huiles de graissage dans des locaux isolés des installations vitales de la centrale (au besoin munis de portes coupe-feu automatiques), il est conseillé de prévoir une installation fixe de protection contre l'incendie.

» On pourra indifféremment adopter un système automatique à mousse, à CO_2 ou à eau pulvérisée.

» 5) *Tanks à mazout et locaux de préparation des huiles combustibles.*

» Quand le fuel-oil est emmagasiné dans des réservoirs souterrains, on peut considérer qu'il ne présente pas de risque d'incendie.

» Les réservoirs situés au-dessus du sol et à proximité de bâtiments importants pour la vie de la centrale devraient être protégés par une installation à mousse.

» S'il s'agit d'un ou plusieurs réservoirs implantés dans un endroit isolé, on peut se contenter d'une source d'eau sous pression (hydrants en nombre suffisant) et d'appareils portatifs avec doseur mécanique de mousse pour assurer une protection efficace des réservoirs.

» Les locaux de préparation des huiles combustibles peuvent être protégés contre l'incendie, comme les magasins à huile (eau pulvérisée, mousse ou CO_2).

» 6) *Galeries et caniveaux à câbles dans la centrale.*

» Bien que ces ouvrages ne contiennent pas normalement de liquides inflammables, nous en faisons mention ici parce que caniveaux et galeries peuvent devenir, en cas de feu d'huile, des vecteurs de l'incendie. En effet, si de l'huile enflammée pénètre dans lesdits ouvrages, elle peut causer des ravages dans les câbles électriques et propager l'incendie vers des zones de la centrale qui auraient pu rester à l'abri du feu.

» Nous estimons donc que des précautions doivent être prises pour éviter la propagation d'un incendie par les galeries et caniveaux à câbles.

» Dans le cas de galeries de hauteur suffisante, l'installation d'une protection fixe par sprinklers automatiques peut être envisagée. L'installation est conçue de telle façon que seuls les sprinklers se trouvant dans la zone chaude entrent en action.

» Pour ne pas exagérer les immobilisations relatives aux moyens de protection, en peut se contenter

de bak over een hoogte van ongeveer 10 cm laat uitlopen.

» 4) *Oliemagazijnen.*

» Buiten de schikkingen met betrekking tot het bouwen, volgens welke smeerolie moet opgeslagen worden in lokalen die van de installaties van allereerste noodwendigheid van de centrale verwijderd zijn (en desnoods voorzien van automatische afsluitingsdeuren tegen brand), wordt aangeraden een vaste installatie tegen brand te voorzien.

» Men mag om het even een automatische installatie met schuim, met CO_2 of met waterverstuiving aannemen.

» 5) *Mazouttanks en lokalen voor de behandeling van stookolie.*

» Wanneer de fuel-oil bewaard wordt in ondergrondse tanks, mag men aannemen dat zij geen gevaar voor brand oplevert.

» De tanks boven de grond en dichtbij gebouwen die voor het bestaan van de centrale van groot belang zijn, zouden door een schuiminstallatie moeten beschermd zijn.

» Wanneer het gaat om één of meer op een afgezonderde plaats aangebrachte tanks, volstaat een waterbron onder druk (met een voldoend aantal brandkranen) en draagbare toestellen met een mechanisch doseerapparaat voor schuim, om een afdoende bescherming van de tanks te verzekeren.

» De lokalen voor de behandeling van de stookolie kunnen op dezelfde wijze tegen brand beschermd worden als de oliemagazijnen (waterverstuiving, schuim of CO_2).

» 6) *Galerijen en ondergrondse kanalen voor kabels in de centrale.*

» Hoewel deze werken normaal geen ontvlambare vloeistoffen bevatten, halen wij ze hier toch aan, omdat de brand zich, in geval van brandende olie, langs deze kanalen en gangen kan voortzetten.

» Inderdaad, indien brandende olie in deze werken dringt, kan zij grote schade aanrichten aan de elektrische kabels en de brand uitbreiden naar plaatsen van de centrale die tegen het vuur hadden kunnen beveiligd blijven.

» Wij zijn dus van oordeel dat voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen, om te vermijden dat een brand zich langs de galerijen en kanalen voor kabels uitbreidt.

» In galerijen die hoog genoeg zijn, kan men eraan denken een vaste beschermingsinstallatie met automatische sprinklers aan te brengen.

» De installatie is zo opgevat dat alleen de sprinklers die zich in het hete gedeelte bevinden, in werking treden.

» Om de uitgaven met betrekking tot de beschermingsmiddelen niet al te hoog op te drijven, mag

d'établir les tuyauteries munies de sprinklers dans les galeries situées à proximité d'installations qui comportent des risques particuliers d'incendie.

» En ce qui concerne les caniveaux de trop faibles dimensions pour y prévoir des protections fixes, il serait indiqué de les remplir de sable bien tassé.

» II. *Organisation de la prévention et de la lutte contre les incendies.* ...

» A) *Dispositions constructives en vue d'une sécurité accrue.*

» 1) *Cloisonnement des risques.*

» Il est clair que la lutte contre un incendie est d'autant plus aisée que l'aire où sévit le feu est plus réduite. Il y a donc intérêt à prendre des mesures appropriées pour empêcher l'extension d'un sinistre qui a résisté aux premières mesures de combat.

» Des dispositions constructives peuvent être prises dans ce but. Elles consistent à établir, autour des zones particulièrement exposées à être le siège d'un feu, des écrans permanents (murs) éventuellement munis de portes coupe-feu que l'on peut fermer (ou qui se ferment automatiquement) en cas de sinistre.

» 2) *Murets d'isolement.*

» Parmi les dispositions constructives qui se rapportent plus spécialement aux feux d'huile, il convient de signaler l'établissement de murets, judicieusement placés, qui créent autour des réservoirs à huile, des groupes moto-pompes, etc., des espèces de citernes empêchant l'étalement de l'huile sur les planchers en cas de fuite du réservoir ou d'avarie à une pompe.

» 3) *Couloirs de circulation.*

» Afin de rendre moins pénible la tâche des équipes qui ont à combattre un feu violent, tout en permettant une retraite sûre à ceux qui se trouvent en danger, il convient, dans toute la mesure du possible, de prévoir partout des couloirs suffisamment larges pour assurer une circulation aisée du personnel et des appareils extincteurs.

» 4) *Protection des parties métalliques.*

» Aux Etats-Unis et, d'une manière générale, dans les raffineries de pétrole, les poutrellages métalliques qui servent d'appui à des appareils contenant des hydrocarbures, ainsi que les planchers de travail qui les entourent, sont enrobés de béton jusqu'à la base des dits appareils.

» Dans les centrales électrique, on pourrait s'inspirer de cette pratique, par exemple, pour protéger les parties métalliques situées aux environs d'un réservoir à huile de graissage.

men er zich toe beperken de leidingen met sprinklers alleen aan te leggen in de galerijen gelegen dichtbij installaties die bijzonder gevaar voor brand opleveren.

» De kanalen, waarvan de afmetingen te klein zijn om er vaste beschermingsinstallaties in aan te brengen, zou men best met goed aangedrukt zand vullen.

» II. *Organisatie van de voorkoming en van de bestrijding van brand.*

» A. *Constructieve schikkingen met het oog op een verhoogde veiligheid.*

» 1) *Verdeling van de risico's.*

» Het is gemakkelijk te begrijpen dat een brand des te gemakkelijker kan bestreden worden naarmate de door het vuur aangetaste oppervlakte kleiner is. Men heeft er dus alle belang bij passende maatregelen te nemen om de uitbreiding van een ramp, die aan de eerste bestrijdingsmaatregelen weerstaan heeft, te verhinderen.

» Bij het bouwen kunnen hiervoor schikkingen worden genomen.

» Zij bestaan hierin dat de plaatsen die bijzonder gevaar voor brand opleveren, worden omringd door bestendige schermen (muren), gebeurlijk voorzien van brandafsluitende deuren die men in geval van brand kan sluiten (of die automatisch dichtgaan).

» 2) *Afzonderingsmuurtjes.*

» Onder de constructieve schikkingen die bijzonder bedoeld zijn tegen oliebranden, dient vermeld het bouwen van oordeelkundig aangebrachte muurtjes, die rondom de olietanks, de motopompgroepen, enz. een soort vergaarbak vormen om te verhinderen dat de olie zich, in geval van een lek aan de tank of een defect van de pomp, over de vloer zou verspreiden.

» 3) *Doorgangen.*

» Om de taak van de ploegen die een hevige brand moeten bestrijden te verlichten en een veilige aftocht te verzekeren aan de personen die zich in gevaar bevinden, dienen overal, in de mate van het mogelijke, gangen te worden voorzien, die breed genoeg zijn voor een gemakkelijke verplaatsing van het personeel en van de blusapparaten.

» 4) *Bescherming van de metalen delen.*

» In de Verenigde Staten en in het algemeen in de petroleumraffinaderijen, zijn de metalen gebinten waarop apparaten rusten die koolwaterstoffen bevatten, en de werkvloeren er omheen, tot aan de basis van deze apparaten met beton bekleed.

» In de elektrische centrales zou men zich door dit gebruik kunnen laten leiden om de metalen delen in de omgeving van een smeerolietank bv. te beschermen.

» B) *Installations fixes de détection et de combat d'un incendie.*

» 1) *Détection.*

» Au cours de ces dernières années, les installations de détection ont été de plus en plus utilisées pour la protection de grands complexes à usage industriel ou commercial.

» Il va de soi que les appareils détecteurs sont particulièrement justifiés pour protéger des locaux non habités contenant des matières inflammables. C'est le cas, notamment, des sous-stations électriques, des magasins à huile, etc., où la présence du personnel d'exploitation ou d'entretien n'est pas continuelle.

» Les appareils détecteurs peuvent remplir deux fonctions bien distinctes :

— *Donner l'alarme.*

» Dans ce cas, on admet que l'équipe chargée de combattre l'incendie pourra intervenir avec une rapidité et des moyens suffisants pour combattre l'incendie dès son début.

— *Mettre en marche un dispositif de protection automatique.*

» Il est nécessaire que, dans ce cas, le personnel chargé de la protection en soit immédiatement averti et contrôle l'efficacité du dispositif automatique.

» Il est bien connu que les détecteurs d'incendie peuvent se classer en *détecteurs thermiques* et *détecteurs à fumées.*

» Dans la première catégorie, on trouve d'abord des appareils qui fonctionnent dès que la température ambiante atteint un certain niveau : ce sont les détecteurs thermiques proprement dits. Il en est d'autres, appelés thermovélocimétriques, qui n'agissent que si l'élévation de température se fait à une certaine vitesse. Ces appareils ne réagissent donc pas en cas d'augmentation progressive et lente de la température ambiante.

Les *détecteurs à fumées* ou *détecteurs ioniques* réagissent dès que de la fumée apparaît dans le local à protéger. Ils sont basés sur la différence de résistance de l'atmosphère de deux chambres ionisées dont une est fermée et l'autre en contact avec l'atmosphère ambiante.

» La sensibilité de ces appareils est très grande, ce qui limite d'ailleurs leur champ d'application si l'on veut éviter des fonctionnements intempestifs.

» 2) *Installations d'extinction automatique.*

» Le système de détection le plus utilisé dans ce cas est du type thermique. Dès que la détection a fonctionné, elle commande l'ouverture des vannes spéciales placées sur les bonbonnes de CO_2 et la

» B. *Vaste installaties voor het ontdekken en bestrijden van brand.*

» 1) *Ontdekking.*

» Tijdens de jongste jaren werden hoe langer hoe meer installaties voor het ontdekken van brand aangewend om grote nijverheids- of handelscomplexen te beschermen.

» Vanzelfsprekend zijn detectoren bijzonder verantwoord om onbewoonde lokalen die ontvlambare stoffen bevatten, te beschermen. Dit is o.m. het geval voor elektrische omvormingsstations, oliemagazijnen, enz., waar niet voortdurend bedrijfs- of onderhoudspersoneel aanwezig is.

» De detectoren kunnen een dubbele rol spelen :

» *Alarm geven.*

» In dit geval neemt men aan dat de ploeg belast met de bestrijding van de brand snel genoeg en met toereikende middelen zal kunnen ingrijpen om de brand van bij zijn ontstaan te bestrijden.

» *Een automatische beschermingsinrichting in werking stellen.*

» In dit geval moet het personeel belast met de bescherming onmiddellijk verwittigd zijn en de doeltreffendheid van de automatische inrichting controleren.

» Het is algemeen gekend dat de branddetectoren kunnen worden ingedeeld in *thermische detectoren* en in *rookdetectoren.*

» Tot de eerste kategorie behoren vooreerst de apparaten die werken zodra de temperatuur van de omgevende lucht een bepaalde hoogte bereikt ; dit zijn de eigenlijke thermische detectoren. Er zijn er andere, de zg. thermovelocimetrische, die slechts werken wanneer de temperatuur met een bepaalde snelheid stijgt. Deze toestellen werken dus niet wanneer de temperatuur van het midden geleidelijk en langzaam stijgt.

» De *rookdetectoren* of *ionische detectoren* reageren zodra in het te beschermen lokaal rook aanwezig is. Zij steunen op het verschil van weerstand van de lucht van twee geïoniseerde kamers, waarvan de ene gesloten is en de andere in verbinding staat met de omgevende lucht.

» Deze apparaten zijn zeer gevoelig, wat hun toepassingsgebied trouwens beperkt, indien men ontijdige tussenkomsten wil vermijden.

» 2) *Automatische blusinrichtingen.*

» Het meest gebruikte detectiesysteem is in dit geval van het thermische type. Zodra de detector gewerkt heeft, opent hij speciale kranen op de CO_2-flessen en sluit de luiken van de luchtingsopeningen in het onderste gedeelte van het lokaal.

fermeture des volets obturant les ouvertures d'aérage existant à la partie inférieure du local.

— Parmi les installations automatiques de lutte contre l'incendie, on trouve : la protection par eau pulvérisée des *transformateurs importants* installés à l'air libre. La commande automatique s'obtient à l'aide de têtes pilotes jouant le rôle de soupapes et fonctionnant au moyen d'un dispositif sensible à la chaleur (fusible ou ampoule). Le réseau des têtes pilotes est rempli d'air comprimé à basse pression dans les installations où le gel est à craindre. Dans les autres cas, le réseau des têtes pilotes est sous pression d'eau, en dérivation sur l'alimentation générale. La décompression du circuit de commande (conséquence du fonctionnement d'une ou plusieurs têtes pilotes) entraîne la mise en action des soupapes de déclenchement qui donnent passage à l'eau sous pression.

» Dans certains cas, la commande peut être semi-automatique. Elle est alors réalisée par l'adjonction d'une vanne électromagnétique placée en dérivation sur le circuit pilote de décompression et actionnée à distance du tableau général ou de tout autre endroit.

» Il convient que les installations automatiques soient équipées d'un dispositif d'alarme avertissant la salle de contrôle ou tout autre endroit dès qu'elles entrent en fonctionnement.

— La protection du *circuit d'huile de graissage d'une turbine* peut faire l'objet d'une installation automatique à eau pulvérisée.

» On installera un réseau de tuyauteries comprenant des projecteurs à eau pulvérisée en nombre voulu pour atteindre les réservoirs à huile, les réfrigérants, filtres et tuyauteries.

» De cette manière, la surface délimitée par les murets d'isolement dont il a été question ci-dessus sera contrôlée par la projection d'eau pulvérisée.

La commande de l'installation en question peut être entièrement automatique (détecteurs thermiques) ou semi-automatique (détecteur donnant l'alarme et commande manuelle d'une vanne électromagnétique).

— Dans les installations automatiques à prévoir se rangent les circuits de sprinklers protégeant les *galeries à câbles*, dont il a été question ci-dessus.

» 3) *Réseau d'eau.*

» Il est hors de doute que *l'eau reste l'agent extincteur le plus utilisé* et, *en définitive, le plus recommandable* pour l'attaque d'incendies importants.

» L'installation d'un réseau d'eau servant uniquement à la lutte contre l'incendie doit être envisagée.

» Le réseau comportera nécessairement :

— une réserve d'eau suffisante;

— Onder de automatische inrichtingen voor de bestrijding van brand treft men aan : de bescherming met waterverstuiving van de *belangrijke transformatoren* die in de vrije lucht opgesteld zijn. De automatische bediening geschiedt door middel van detectiekoppen, die als ventielen werken en in werking treden door middel van een apparaat dat gevoelig is voor warmte (smeltlood of peer). In de installaties waar het kan vriezen, is het net van de detectiekoppen gevuld met perslucht onder lage druk. In de andere gevallen staat het net van de detectiekoppen onder waterdruk, door aansluiting op het algemeen bedelingsnet. De vermindering van drukking in de bedieningskring (als gevolg van de inwerkingtreding van een of meer detectiekoppen) doet de ventielen werken, die dan het water onder druk doorlaten.

In sommige gevallen kan de bediening half-automatische geschieden. Dit gebeurt door toevoeging van een elektro-magnetische afsluitkraan, die door afstandsbediening vanaf het algemeen bord of vanuit enige andere plaats de drukvermindering in de bedieningskring verwekt.

» De automatische inrichtingen dienen uitgerust te zijn met een alarmapparaat dat de controlekamer of enige andere plaats verwittigt zodra zij beginnen te werken.

— Voor de bescherming van de *smeeroliekring van een turbine* kan een automatische installatie met waterverstuiving worden aangewend.

» Men zal een net van buizen aanleggen, waarin genoeg waterverstuivers voorkomen om de olietanks, de koelapparaten, de filters en de buizen te bereiken.

» Aldus zal de oppervlakte binnen de hierboven bedoelde afzonderingsmuurtjes gecontroleerd worden door besproeiing met verstoven water.

» De bediening van deze installatie kan volledig automatisch geschieden (thermische detectoren) of half-automatisch (detector om alarm te geven en bediening van een electromagnetische afsluitkraan met de hand).

— Tot de voorziene automatische installaties behoren ook de sprinklers tot bescherming van de hierboven bedoelde *kabelgalerijen*.

» 3) *Waterleidingsnet.*

» Het lijdt geen twijfel dat *water het meest gebruikte middel blijft om brand te blussen* en *ten slotte het meest aan te bevelen is* voor het bestrijden van grote branden.

» Men moet eraan denken een waterleidingsnet aan te leggen dat alleen voor het bestrijden van brand dient.

» Het net zal noodzakelijkerwijze bestaan uit :

— een toereikende waterreserve ;

— un groupe moto-pompe dont les caractéristiques (débit et hauteur manométrique) seront fixées après examen approfondi des conditions locales. Un moteur Diesel paraît se recommander pour parer à toute interruption de courant électrique, toujours possible;

— un réseau de tuyauteries enterrées, posées en dehors des bâtiments avec un nombre suffisant d'hydrants auxquels on pourra raccorder des lances avec flexibles de 30 m. Les lances à incendie doivent pouvoir, à volonté, donner un jet plein ou de l'eau pulvérisée pour l'attaque des feux d'huile;

— éventuellement, une ou plusieurs lignes de tuyauteries judicieusement disposées à l'intérieur des bâtiments présentant des dangers spéciaux d'incendie.

» 4) *Générateur de mousse.*

» Il n'est pas exclu d'avoir à sa disposition, dans une centrale, un générateur de mousse qui peut consister en une installation fixe prévue pour la protection de certaines parties particulièrement vulnérables, telles que les réservoirs à hydrocarbures.

» Ce générateur de mousse est à brancher, en cas de sinistre, sur le réseau d'eau sous pression.

» C. *Appareils portatifs de lutte contre l'incendie* (extincteurs).

» Ces appareils doivent exister en nombre suffisant. Afin de réduire autant que possible la réserve de produits extincteurs, il est recommandable de limiter le nombre de types différents d'extincteurs.

» Pour se protéger contre les commencements d'incendie de liquides inflammables et les feux électriques, des extincteurs portatifs à CO_2, à bromure ou à poudre sont les plus convenables.

» Certains auteurs conseillent de prévoir un extincteur pour la protection, en première intervention, de 200 à 250 m^2 de surface de planchers.

» Remarquons qu'il existe, tant en CO_2 qu'en poudre chimique, des appareils sur roues, facilement maniables et comprenant une réserve déjà importante d'agent extincteur (100 à 150 kg de poudre, par exemple).

» D. *Piquet d'incendie.*

» Dans la lutte contre l'incendie, il est bien connu que la rapidité d'intervention contre le feu à son début joue un rôle capital.

» Pour cette première intervention, qui doit normalement aboutir à l'extinction du foyer, l'entrepriee ne doit compter que sur ses propres ressources tant en hommes qu'en matériel.

— een motopompgroep waarvan de kenmerken (debiet en druk) moeten worden vastgesteld na een grondig onderzoek van de plaatselijke omstandigheden. Een Diesel-motor is aan te bevelen om in een steeds mogelijke onderbreking van de elektrische stroom te voorzien ;

— een ondergronds buizennet, buiten de gebouwen aangelegd, met een voldoend aantal brandkranen, waarop spuiten met slangen van 30 m zullen kunnen worden aangesloten. De brandspuiten moeten voor de bestrijding van oliebranden naar believen een volle straal of verstoven water kunnen leveren ;

— gebeurlijk één of meer buislijnen op oordeelkundige wijze aangebracht binnen in de gebouwen die bijzonder gevaar voor brand opleveren.

» 4) *Schuimverwekkende apparaten.*

» Het is niet slecht in een centrale over een schuimverwekkend apparaat te beschikken, dat kan bestaan uit een vaste installatie bestemd voor de bescherming van sommige bijzonder kwetsbare delen, zoals de koolwaterstoftanks.

» Dit schuimwekkend apparaat moet in geval van brand op het waterleidingsnet onder druk worden aangesloten.

» C. *Draagbare blusapparaten.*

» Deze apparaten moeten in voldoend aantal beschikbaar zijn. Om de voorraad blusprodukten zoveel mogelijk te beperken, is het aan te bevelen het aantal verschillende modellen van apparaten te beperken.

» Als beveiliging tegen ontluikende branden van ontvlambare vloeistoffen en tegen elektrische branden zijn de draagbare toestellen met CO_2, met bromide of met poeder het meest geschikt.

» Sommige schrijvers geven de raad, voor de eerste tussenkomst, één blusapparaat te voorzien voor de beveiliging van 200 tot 250 m^2 vloeroppervlakte.

» Er weze opgemerkt dat er, voor CO_2 zowel als voor scheikundig poeder, apparaten op wielen bestaan, die gemakkelijk te hanteren zijn en reeds een aanzienlijke reserve blusprodukten bevatten (100 tot 150 kg poeder, bv.).

» D. *Brandweerploeg.*

» Bij het bestrijden van brand is het goed gekend dat de snelheid waarmee de ontluikende brand bestreden wordt van overwegend belang is.

» Voor de eerste tussenkomst, die normaal moet leiden tot het blussen van de vuurhaard, moet het bedrijf alleen op zijn eigen middelen rekenen, zowel wat de mensen als wat het materieel betreft.

» Daarom zou de centrale, op iedere dienst, over een zeker aantal zorgvuldig uitgekozen brandweer-

» C'est pourquoi il conviendrait que chaque centrale puisse compter, à chaque pause, sur un certain nombre de pompiers, choisis avec soin, exercés à la lutte contre le feu et familiarisés avec le port d'un appareil respiratoire.

» Les spécialistes sont d'accord à ce sujet et ils estiment que le piquet d'incendie doit avoir été entraîné à éteindre des feux provoqués dans des conditions se rapprochant le plus possible de celles qui pourraient se rencontrer dans l'entreprise.

» S'il est doté du matériel nécessaire et composé d'hommes entraînés, le piquet d'incendie sera sûrement très vite sur place pour intervenir efficacement. Quant au corps local de sapeurs-pompiers, il faudra compter avec un délai de 10 à 20 minutes pour qu'il arrive sur les lieux de l'incendie.

» III. *Conclusion.*

» Nous avons, dans le présent rapport, examiné les dangers d'incendie auxquels est exposée une centrale électrique à cause, notamment, des quantités importantes d'huile contenues dans certains appareils.

» Ayant passé en revue les différents moyens que la technique moderne propose tant pour la prévention que pour la détection et l'attaque des incendies, nous avons indiqué, dans chaque cas particulier, les dispositions à prendre en vue d'une protection efficace.

» Les installations fixes à eau pulvérisée sont conseillées, d'une façon générale, par les spécialistes de la lutte contre le feu.

» Toutefois, dans certains cas, d'autres agents extincteurs sont recommandables.

» De toute façon, il convient qu'à la lumière des principes mis en évidence dans le présent rapport la protection de chaque partie importante des installations soit étudiée. Une organisation de la protection doit être mise sur pied. Sa réalisation doit être confiée à une équipe bien entraînée et dotée des moyens les plus efficaces pour lutter contre tout incendie dès son début. »

* * *

A la suite de l'accident et dans l'optique de l'étude ci-avant résumée, la direction de la centrale sinistrée a établi un programme de lutte contre l'incendie et d'amélioration des installations électriques.

En voici l'essentiel :

1) mise en place d'un réseau général de lutte contre l'incendie et installation de dispositifs automatiques de protection des appareils contenant des matières inflammables;

2) remplacement progressif des disjoncteurs et transformateurs à bain d'huile, dans les sous-stations de distribution, par des appareils secs;

mannen moeten beschikken, die in het bestrijden van brand geoefend zijn en met het dragen van een ademhalingstoestel vertrouwd zijn.

» De specialisten zijn het daarover eens ; zij zijn van oordeel dat de brandweerploeg moet geoefend zijn om branden te blussen die in nagenoeg dezelfde voorwaarden veroorzaakt zijn als die welke zich in de onderneming normaal kunnen voordoen.

» Indien de brandweerploeg over het nodige materieel beschikt en uit geoefende mannen bestaat, zal zij voorzeker zeer spoedig ter plaatse zijn om op doeltreffende wijze in te grijpen.

» Wat de plaatselijke brandweer betreft, zal men moeten rekenen op een tijdsverloop van 10 tot 20 minuten voor haar aankomst op de plaats van de brand.

» III. *Conclusie.*

» In onderhavig verslag hebben wij het gevaar voor brand onderzocht waaraan een elektrische centrale blootgesteld is, o.m. wegens de grote hoeveelheden olie die in sommige toestellen voorkomen.

» Wij hebben achtereenvolgens de verschillende middelen onderzocht die de moderne techniek, zowel wat de voorkoming, als wat de ontdekking en de bestrijding van branden betreft, ter beschikking stelt en in ieder bijzonder geval aangeduid welke schikkingen met het oog op een doeltreffende bescherming moeten worden genomen.

» De vaste installaties met waterverstuiving worden door de specialisten van de brandbestrijding algemeen aanbevolen.

» In sommige gevallen zijn nochtans andere blusmiddelen aan te bevelen. In ieder geval is het geboden de bescherming van ieder belangrijk deel van de installaties, in het licht van de in onderhavig verslag aangehaalde beginselen te bestuderen. De bescherming moet worden georganiseerd. De uitvoering moet worden toevertrouwd aan een flink geoefende ploeg die over de meest doeltreffende middelen beschikt om iedere brand van bij zijn ontstaan te bestrijden. »

* * *

Ingevolge het ongeval en in het licht van de hierboven in het kort weergegeven studie, heeft de directie van de geteisterde centrale een programma voor de bestrijding van brand en de verbetering van de elektrische installaties uitgewerkt.

Het behelst hoofdzakelijk :

1) uitvoering van een algemeen net voor de bestrijding van brand en installatie van automatische middelen voor de bescherming van de apparaten die ontvlambare stoffen bevatten ;

2) geleidelijke vervanging van de schakelaars en transformatoren met oliebad, in de verdelingsstations, door droge apparaten ;

3) déplacement des câbles de force des services auxiliaires de façon telle que les risques de détérioration en cas d'incendie soient réduits au minimum;

4) renforcement des liaisons entre réseaux de manière à multiplier les possibilités d'interconnexion. »

Bruxelles, le 28 juin 1959.

Notice no M. X.

Incendie au niveau de la recette d'un puits de retour d'air. — Accident matériel. (IIa/1959/II).

Circonstances.

Dans un siège d'extraction classé dans la 3e catégorie des mines à grisou n'étaient présents un dimanche, au cours du poste de nuit, que deux ouvriers qui étaient descendus pour donner les soins aux chevaux, un machiniste d'extraction et un garde assurant les services de la surface.

Vers 22 h 40, le garde fut averti par deux ouvriers du siège, qui habitaient dans le voisinage, que des lueurs d'incendie avaient été aperçues au niveau de la recette du puits de retour d'air.

Ces ouvriers, ensemble avec le garde et le machiniste, tentèrent de combattre le feu qui faisait rage et qui bientôt se propagea sous les clapets Briart dans le coffrage en bois entre le sol et la recette.

A 23 h 17, le garde alerta la centrale de sauvetage et à 23 h 26 le service des pompiers de la ville voisine.

Ces derniers arrivèrent à 23 h 32, tandis que le personnel de la centrale de sauvetage arriva à 23 h 39.

A 23 h 35, les câbles d'extraction se rompirent et les cages tombèrent dans le puits en causant d'importants dégâts, tandis que l'incendie se propagea jusqu'à la galerie du ventilateur.

Le feu ne put être maîtrisé que vers 1 h, soit 2 heures et 20 minutes après que le garde fut averti. Ce retard était dû à de multiples erreurs et contretemps. Notamment, on ne disposait pas en permanence d'eau sous pression aux bouches d'incendie, la pompe fut mise en route mais avec les vannes d'aspiration et de refoulement fermées, des boyaux à incendie furent déroulés et raccordés à une des vannes à incendie de la cour mais non à la vanne la plus rapprochée du lieu du sinistre, de sorte que de précieuses minutes furent perdues à chercher des boyaux de rallonge.

Les puits étaient équipés de dispositifs d'arrosage placés au-dessus des molettes et manœuvrables par une vanne placée au niveau du sol de la cour, mais personne n'avait songé à s'en servir; d'ailleurs, ces

3) verplaatsing van de kabels voor drijfkracht van de hulpdiensten, derwijze dat het gevaar voor beschadiging in geval van brand tot het uiterste beperkt is ;

4) verhoging van het aantal verbindingen tussen verschillende netten, om de mogelijkheden tot aansluiting met deze netten te vergroten.

Brussel, 28 juni 1959.

Nota nr M. X.

Brand ter hoogte van de losvloer van een luchtschacht. — Materieel ongeval. (IIa/1959/II).

Omstandigheden.

In een ophaalzetel, die in de derde categorie van de mijnen met mijngas ingedeeld was, waren op een zondag tijdens de nachtdienst slechts twee arbeiders aanwezig die in de mijn afgedaald waren om de paarden te verzorgen, terwijl een ophaalmachinist en een wachter de bovengrondse diensten verzekerden.

Omstreeks 22,40 u werd de wachter door twee in de nabijheid wonende arbeiders van de zetel verwittigd dat zij ter hoogte van de losvloer van de luchtschacht een schijnsel van brand gezien hadden.

Samen met de wachter en de ophaalmachinist trachtten deze twee arbeiders de brand, die hevig woedde, te blussen. Weldra sloeg het vuur onder de Briartkleppen naar de houten bekisting tussen de grond en de losvloer over.

Te 23,17 u verwittigde de wachter de reddingscentrale en te 23,26 u de brandweer van de naburige stad.

Deze laatste kwam te 23,32 u ter plaatse ; het personeel van de reddingscentrale te 23,39 u.

Te 23,35 u braken de ophaalkabels en stortten de kooien in de schacht, wat grote schade veroorzaakte ; de brand breidde zich tot aan de ventilatorgalerij uit.

Pas te 1 u kon het vuur bedwongen worden, d.i. 2 uren 20 minuten nadat de wachter verwittigd werd. Deze vertraging was aan allerhande vergissingen en tegenslagen te wijten. Zo beschikte men, onder meer, niet voortdurend over water onder druk aan de brandkranen, de pomp werd in gang gezet, maar met gesloten zuig- en stuwkranen, brandslangen werden afgerold en op een van de brandkranen van de koer aangesloten, maar niet op de kraan die het dichtst bij de brand gelegen was, zodat waardevolle minuten verloren gingen om verlengslangen te halen.

De schachten waren uitgerust met sproeiinrichtingen die boven de schachtwielen aangebracht waren en door een kraan op de begane grond konden bediend worden, maar niemand had eraan gedacht ze te gebruiken ; waarschijnlijk zouden deze inrich-

dispositifs n'auraient probablement pas été efficaces contre un incendie au niveau de la recette.

La cause de l'incendie n'a pas pu être établie avec certitude. Il se peut qu'il se soit agi d'un acte de mauvais gré, mais il y a de fortes présomptions que l'origine doive en être attribuée à un ancien réseau de signalisation auxiliaire, fonctionnant à la tension de 110 volts et utilisé exclusivement par les repasseurs de puits. En effet, des contacts à la masse, accompagnés d'importantes étincelles, furent remarqués à un câble de ce réseau, pendant un temps très long après le début de l'incendie. On constata d'ailleurs, par après, que les fusibles qui auraient dû protéger ce réseau avaient été fraudés. Il semble probable que la visite périodique de cette installation ait été oubliée, attendu que celle-ci n'était plus utilisée par le personnel de la recette.

Avis du Comité de Division.

Le Comité estime que la lutte contre l'incendie aurait pu être entreprise beaucoup plus tôt si le personnel présent à la surface avait été mieux instruit et entraîné à la lutte contre l'incendie.

Il estime également que les pompiers auraient pu être appelés dès la constatation du début d'incendie.

Il constate, d'autre part, l'efficacité certaine de la graisse à haut point d'inflammabilité au moyen de laquelle les câbles étaient graissés.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

A la suite de cet accident, le charbonnage a fait placer deux tuyauteries d'eau, toujours en charge, à 3 m au-dessus du niveau de la recette du jour et au niveau supérieur de la galerie du ventilateur.

En outre, les coffrages d'étanchéité en bois situés au-dessus des clapets Briart furent remplacés par des coffrages entièrement métalliques.

Par ailleurs, cet accident montre une fois de plus que la lutte contre les incendies ne s'improvise pas. Elle doit être organisée à l'avance en veillant à ce qu'à tout moment un nombre suffisant de membres du personnel, parmi lesquels notamment les gardes, sachent exactement ce qui doit être fait en cas d'incendie. Rien ne sert de posséder des pompes, des prises d'eau et des tuyauteries, si personne ne sait s'en servir.

Il semble bien qu'il y ait eu à ce sujet un certain laisser-aller au siège en question car, selon les déclarations, il n'y avait plus eu aucun exercice depuis trois ans.

D'autre part, l'isolement des installations électriques placées aux endroits vitaux de la mine devrait être mesuré fréquemment. Les locaux soumis aux règles de la 3e catégorie des mines à grisou devraient faire l'objet d'une attention particulière à ce sujet.

Bruxelles, le 15 septembre 1961.

tingen trouwens niet doeltreffend geweest zijn tegen een brand ter hoogte van de losvloer.

De oorzaak van de brand heeft men niet met zekerheid kunnen vaststellen. Het is mogelijk dat er kwaadwilligheid in het spel was, maar er zijn zware vermoedens dat de oorsprong moet gezocht worden in een oud signalisatienet dat op een spanning van 110 volt werkte en enkel door schachtmannen gebruikt werd. Gedurende een hele tijd na het begin van de brand werden immers op een kabel van dat net contacten met de massa en aanzienlijke vonken waargenomen. Nadien heeft men trouwens vastgesteld dat aan de smelzekeringen die dat net hadden moeten beschermen geknoeid was. Waarschijnlijk had men de periodieke schouwing van deze installatie vergeten, omdat deze door het personeel van de losvloer niet meer gebruikt werd.

Advies van het Divisiecomité.

Het Comité is de mening toegedaan dat de brand veel vroeger doeltreffend had kunnen bestreden worden indien het personeel dat op de bovengrond aanwezig was beter onderricht en getraind geweest was om brand te bestrijden.

Het vindt ook dat men de brandweer had moeten roepen van zodra het begin van brand waargenomen werd.

Anderzijds stelt het vast dat het vet met hoog ontvlammingspunt waarmee de kabels gesmeerd waren zeker doeltreffend was.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Na dit ongeval heeft de kolenmijn 3 m boven het peil van de bovengrondse losvloer en op het bovenste peil van de ventilatorgalerij twee waterleidingen doen plaatsen die altijd aangesloten zijn.

Bovendien werden de houten afsluitbekistingen boven de Briartkleppen door gans metalen bekistingen vervangen.

Anderzijds toont dit ongeval nogmaals aan dat het bestrijden van brand geen improviseerwerk is. Het moet vooraf georganiseerd worden ; daarbij moet er voor gezorgd worden dat steeds een voldoend aantal personeelsleden, onder wie o.m. de wachters, juist weten wat in geval van brand moet gedaan worden. Het volstaat niet pompen, brandkranen en slangen te hebben als niemand ze kan gebruiken.

Op de bewuste zetel schijnt op dat gebied wel enige nalatigheid geheerst te hebben, want volgens de verklaringen hadden sedert drie jaar geen oefeningen meer plaatsgehad.

Anderzijds zou de isolatie van de elektrische installaties op vitale plaatsen van de mijn dikwijls moeten gemeten worden. Te dien opzichte zou op de lokalen die aan de regels van de derde categorie van de mijnen met mijngas onderworpen zijn, bijzonder moeten gelet worden.

Brussel, 15 september 1961.

Notice no U. X.

Incendie d'un bâtiment industriel. — Accident matériel. (IIIa/1960/II).

Circonstances.

Un bâtiment de 98 m de longueur, 15 m de largeur et 10 m de hauteur contenant un service d'études a été presque entièrement détruit par un incendie en dépit de l'intervention rapide des pompiers. Il n'y a pas eu de victime.

L'incendie débuta dans l'espace vide compris entre le plafond du rez-de-chaussée et le plancher en bois du premier étage. Son existence fut constatée vers 7 heures du matin, à un moment où le personnel n'était pas encore au travail.

Il n'y avait pas de conducteurs électriques entre le plafond et le plancher. Il est probable que l'incendie fut causé par la chute d'un corps en ignition par les interstices existant dans le plancher, les planches de celui-ci n'étant pas parfaitement jointives. Des matières combustibles accumulées entre le plafond et le plancher ont ainsi pu être enflammées et il est à supposer que le feu a couvé durant toute la nuit.

Il n'était pas interdit de fumer dans ces bureaux.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Il est à supposer que l'incendie a été causé par l'imprudence d'un fumeur.

Cet accident met en lumière le danger de laisser subsister des interstices entre les planches d'un plancher en bois. Il existe d'ailleurs suffisamment de moyens pratiques pour supprimer cet inconvénient.

Bruxelles, le 9 novembre 1961.

Nota nr U. X.

Brand in een nijverheidsgebouw. — Materieel ongeval. (IIIa/1960/II).

Omstandigheden.

Een gebouw van 98 m lengte, 15 m breedte en 10 m hoogte, waarin een studiedienst ondergebracht was, werd haast volledig door brand vernield, ondanks de snelle tussenkomst van de brandweer. Er waren geen slachtoffers.

De brand was ontstaan in de ledige ruimte tussen de zoldering van de benedenverdieping en de houten vloer van de eerste verdieping. Hij werd rond 7 u 's morgens vastgesteld, toen het personeel nog niet aan het werk was. Tussen de zoldering en de vloer waren er geen elektrische geleiders. Waarschijnlijk was de brand veroorzaakt door een brandend lichaam dat door de reten van de vloer gevallen was ; de planken van de vloer waren niet volledig dicht gesloten. Brandbare stoffen tussen de zoldering en de vloer hebben aldus vuur kunnen vatten en waarschijnlijk heeft het vuur de ganse nacht gesmeuld.

Het was niet verboden in deze kantoren te roken.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Waarschijnlijk werd de brand door de onvoorzichtigheid van een roker veroorzaakt.

Dit ongeval wijst op het gevaar dat reten tussen de planken van een houten vloer opleveren.

Er bestaan nochtans genoeg praktische middelen om dat bezwaar te verhelpen.

Brussel, 9 november 1961.

Notice no U.15.

Explosion d'un mélange air-gaz de haut fourneau dans le foyer d'une chaudière. — 1 tué. (IIa/1960/34).

Circonstances.

L'accident se produisit à une chaudière du type multitubulaire à deux réservoirs, de 305 m² de surface de chauffe, timbrée à 10 kg/cm², d'une capacité de vaporisation de 4 t/h.

Cette chaudière est chauffée avec tirage naturel, à l'aide de gaz de haut fourneau introduit par deux brûleurs scellés dans la paroi avant du foyer. Le gaz est amené à une pression de 100 à 250 mm d'eau. Son débit est réglé à l'aide d'une cloche sèche actionnée manuellement du sol à l'aide d'un

Nota nr U. 15.

Ontploffing van een mengsel van lucht en hoogovengas in de vuurhaard van een stoomketel. — 1 dode. (IIa/1960/34).

Omstandigheden.

Het ongeval heeft zich voorgedaan met een stoomketel van het type met verscheidene pijpen en twee reservoirs, met een verwarmingsoppervlakte van 305 m², een zegeldruk van 10 kg/cm² en een verdampingsvermogen van 4 t/uur.

Deze stoomketel met natuurlijke trek wordt gestookt met hoogovengas dat aangevoerd wordt langs twee in de voorwand van de vuurhaard ingebouwde branders. Het aangevoerde gas staat onder een drukking van 100 tot 250 mm water. Het debiet ervan wordt geregeld door middel van een droge klok die

levier de manœuvre. Un joint hydraulique placé entre la cloche et les brûleurs permet d'isoler ceux-ci du réseau d'alimentation.

Quelque temps avant l'accident, les soupapes de surpression de vapeur avaient soufflé fortement et le chauffeur était intervenu pour réduire le débit de gaz.

Il est à supposer qu'au lieu de se borner à réduire le débit, il ferma complètement la cloche par inadvertance, éteignant ainsi les brûleurs. Quelques minutes plus tard il ouvrit la cloche à environ la moitié du débit normal, sans présenter la torche ni s'assurer que les brûleurs étaient allumés. Quelques instants après cette manœuvre, il se produisit une violente explosion causant de graves détériorations au foyer, notamment le soufflage du mur arrière et d'un mur latéral du carneau vertical de sortie. Le chauffeur fut enseveli sous les éboulis de ces murs.

Avis du Comité de Division.

L'ingénieur en chef-directeur de l'arrondissement en cause attire l'attention sur les multiples dangers inhérents aux brûleurs à gaz et à mazout quand surviennent intempestivement ou par suite de manœuvres inopportunes des troubles de la combustion ou des arrêts soit du comburant, soit du combustible, soit de la flamme.

Dans le cas présent, la flamme s'est éteinte par arrêt de l'arrivée de gaz pendant un temps trop long. Ensuite, lors de la réouverture de la vanne, le mélange combustible ne s'est pas rallumé près des brûleurs, mais s'est enflammé à l'arrière sur un point chaud des réfractaires, puis a explosé par suite de la turbulence accélérée par les chicanes et les changements de direction.

Hormis la perte d'un homme, ce sinistre n'a occasionné que des dégâts matériels très limités; à peu de chose près cependant, une catastrophe matérielle de plus aurait pu survenir.

Cet ingénieur en chef-directeur rappelle un cas semblable, mais beaucoup plus grave, où une chaudière à gaz de haut fourneau également explosa complètement, faisant de nombreuses victimes, mettant hors service l'ensemble d'une chaufferie de « blooming » et arrêtant ainsi une usine sidérurgique durant de nombreux jours.

Dans ce cas, le « vent soufflé » avait fait défaut aux deux brûleurs par suite du déclenchement intempestif d'un disjoncteur particulier à cette chaudière. La combustion normale s'était ainsi transformée aussitôt en flambée, puis en explosion très violente vers l'arrière.

Dans le cas de cette catastrophe, où il y avait par chaudière un ventilateur soufflant contre les

van op de grond door middel van een hefboom bediend wordt. Dank zij een hydraulische sluiting tussen de klok en de branders kunnen deze laatste van het gasnet worden afgesloten.

Enige tijd vóór het ongeval hadden de stoomkleppen hevig gefloten en had de stoker ingegrepen om het gasdebiet te verminderen.

Men mag veronderstellen dat hij, in plaats van het debiet slechts te verminderen, de klok uit onachtzaamheid volledig gesloten en de branders aldus volledig uitgedoofd heeft.

Enkele minuten later opende hij de klok nagenoeg tot op de helft van het normale debiet, zonder de toorts in de vuurhaard te steken en zonder zich ervan te verzekeren dat de branders aangestoken waren.

Enkele ogenblikken daarna deed zich een geweldige ontploffing voor, waardoor de vuurhaard zwaar beschadigd werd : de achtermuur en een zijmuur van de vertikale rookgang werden namelijk weggeblazen.

De stoker werd onder het puin van deze muren bedolven.

Advies van het Divisiecomité.

De hoofdingenieur-directeur van het betrokken arrondissement vestigt de aandacht op de vele gevaren die aan gas- en mazoutbranders verbonden zijn wanneer zich ontijdig of ingevolge verkeerde maneuvers storingen in de verbranding voordoen of een stopzetting in de toevoer, hetzij van de lucht, hetzij van de brandstof, hetzij van de vlam.

In onderhavig geval is de vlam door een te langdurige onderbreking van de gastoevoer uitgedoofd. Nadien, toen de kraan opnieuw geopend werd, is het brandbare mengsel niet opnieuw in brand gekomen nabij de branders, maar wel aan de achterkant aan een gloeiend punt van de vuurvaste stenen en vervolgens, door de versnelde stroming verwekt door de keerplaten en de richtingswijzigingen, ontploft.

Buiten het verlies van een mens, heeft dit ongeval slechts zeer weinig materiële schade veroorzaakt, maar op het randje af is men aan een stoffelijke ramp ontsnapt.

Deze hoofdingenieur-directeur brengt een gelijkaardig, maar veel erger geval in herinnering, waarbij een stoomketel, ook met hoogovengas gestookt, volledig ontplofte en talrijke slachtoffers maakte, een volledige stookinrichting voor « blooming » onklaar maakte en aldus een belangrijke staalfabriek gedurende verscheidene dagen stillegde.

In dat geval was de « blaaswind » aan de twee branders door de ontijdige werking van een aan die stoomketel eigen stroomonderbreker uitgevallen. De normale verbranding was hierdoor onmiddellijk in flakkervlammen veranderd en vervolgens in een zeer hevige ontploffing aan de achterzijde.

deux brûleurs et un ventilateur aspirant à la base de la cheminée, la sécurité fut renforcée en asservissant entre eux comburant, flamme et combustible.

Compte tenu de ce qu'il s'agit d'une installation ancienne qui ne devra plus rester longtemps en service, les mesures suivantes ont été prises :

1) Sur la conduite générale d'alimentation des chaudières en question, une vanne papillon commandée par servo-moteur, manomètre à contact et relais à minimum de pression de gaz, a été installée. Cet ensemble coupe le gaz sur la batterie de chaudière en cas de chute de la pression de gaz.

D'autre part, le servo-moteur est sous le contrôle d'un régulateur qui maintient à 10 cm maximum la pression du gaz dans le collecteur commun de 1,40 m de diamètre. La conduite de la combustion est de la sorte facilitée car les surpressions au-delà de 10 cm sont supprimées.

2) Sur la conduite verticale à gaz de chacune des chaudières utilisées, entre la cloche sèche supérieure et le joint hydraulique sous-jacent, seront placés des pressiomètres à tore pendulaire, plus robustes que des pressiomètres à membrane, en vue de la lecture du débit de gaz à chaque chaudière. Ces indicateurs de débit complètent les repères du curseur du levier de commande de la cloche sèche de chacune des chaudières. Le contrôle du débit est ainsi facilité et plus concret.

3) Un brûleur pilote permanent et alimenté au gaz de fours à coke a été installé devant chaque brûleur à gaz de haut fourneau de chacune des chaudières. Le contrôle de l'allumage de ces brûleurs pilotes est fait par les portes du foyer à l'avant ou par un regard ad hoc dans le mur latéral.

Comme les canalisations à petit diamètre peuvent s'obstruer partiellement ou complètement par les matières incluses dans ce gaz, les démontages et nettoyages sont exécutés systématiquement.

4) La commande de la vanne de remplissage du joint hydraulique divisionnaire à l'entrée du hall a été reportée à l'extérieur par levier et câble près d'une porte. Ainsi, en cas d'afflux intempestif de gaz dans le hall couvert, la fermeture est réalisée en restant à l'air libre. Le contrôle des joints hydrauliques est systématique : trop-plein, vidange, alimentation. Pour le surplus, l'isolement immédiat des chaudières peut s'opérer sur ordre téléphoné à la sortie du hall des épurateurs Theisen.

5) Les circonstances de cet accident ont été exposées d'une façon détaillée au personnel intéressé. Les consignes écrites ont été précisées et restent affichées en permanence dans le hall. Les débutants ou les remplaçants sont l'objet d'un écolage théorique et pratique. Tout le personnel des chaudières doit signer dans un livre ad hoc

Na die ramp, daar iedere stoomketel een blazende ventilator had aan de twee branders en een zuigende ventilator onderaan de schoorsteen, werd de veiligheid door de onderlinge afhankelijkheid van lucht, vlam en brandstof verhoogd.

Aangezien het om een oude installatie gaat, die niet lang meer in bedrijf zal moeten blijven, heeft men de volgende maatregelen genomen :

1) Op de algemene gasleiding van de besproken stoomketels heeft men een vlinderkraan met servomotor, contactmanometer en relais voor minimumgasdruk geïnstalleerd. Dit geheel snijdt het gas naar de stoomketels af wanneer de gasdruk daalt. Bovendien staat de servomotor onder de controle van een regulator die de gasdruk in de gemeenschappelijke collector van 1.40 m doormeter op maximum 10 cm houdt. De regeling van de verbranding wordt hierdoor vergemakkelijkt, want een overdruk van meer dan 10 cm is uitgesloten.

2) Op de vertikale gasleiding van elk van de gebruikte stoomketels zullen tussen de bovenste droge klok en de er onder gelegen hydraulische sluiting, drukmeters met slingerende torus aangebracht worden, die steviger zijn dan de vliesdrukmeters, dit om het gasdebiet aan iedere stoomketel te meten. Deze debietaanwijzers vormen een aanvulling van de aanwijzingen van de loper van de bedieningshefboom van de droge klok van elke stoomketel. De controle op het debiet wordt erdoor vergemakkelijkt en concreter gemaakt.

3) Vóór elke brander van hoogovengas van iedere stoomketel heeft men een bestendige stuurbrander geïnstallerd. De controle op de ontsteking van deze stuurbranders geschiedt langs een speciaal kijkgat in de zijmuur.

Omdat de buizen met kleine doormeter door stoffen in het gas aanwezig geheel of gedeeltelijk kunnen verstoppen, worden zij stelselmatig uiteengenomen en schoongemaakt.

4)Men heeft de bediening van de vulkraan van de hydraulische sluiting aan de ingang van de hall door middel van een hefboom en een kabel dichtbij een deur naar buiten overgebracht. In geval van ontijdige gastoevoer in de overdekte hall wordt de sluiting van in de vrije lucht verzekerd. De controle op de hydraulische sluiting geschiedt stelselmatig : overvloeien, ledigen, voorziening. Bovendien kan de onmiddellijke afsluiting van de stoomketels verricht worden op telefonisch aan de uitgang van de hall van de zuiveringstoestellen Theisen doorgegeven bevel.

5) Men heeft de omstandigheden van dit ongeval in bijzonderheden aan het betrokken personeel uitgelegd. De geschreven voorschriften heeft men nader toegelicht ; zij blijven voortdurend in de hall aangeplakt. Beginnelingen of plaatsvervangers krijgen een theoretische en praktische scholing. Al het personeel van de stoomketels moet in een daartoe be-

pour attester la prise de connaissance des diverses instructions de service.

6) Indépendamment des deux portes latérales de visite à fermeture légère, un clapet d'explosion est installé au sommet et à l'arrière de chacune des chambres de combustion au fur et à mesure des arrêts annuels.

Le Comité estime, par ailleurs, que toutes les nouvelles installations devraient être équipées d'une commande moderne de la combustion, comportant toutes les sécurités automatiques requises.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Le problème soulevé à l'occasion de cet accident est très important et j'approuve pleinement l'avis qui a été formulé par le Comité de Division.

J'estime que toutes les installations existantes devraient faire l'objet d'un examen attentif et que celles d'entre elles qui n'offriraient pas des garanties suffisantes au point de vue de la sécurité et de la salubrité devraient sans délai être mises au point ou remplacées.

Bruxelles, le 2 mars 1962.

stemd boek tekenen om te bevestigen dat het van de verschillende dienstonderrichtingen kennis genomen heeft.

6) Buiten de twee licht sluitende schouwingsdeuren in de zijkanten wordt ter gelegenheid van de jaarlijkse stillegging aan de top en aan de achterzijde van elke verbrandingskamer een ontploffingsklep geïnstalleerd.

Het Comité is bovendien van oordeel dat alle nieuwe installaties met een moderne verbrandingsregeling, die alle vereiste automatische veiligheidsstelsels omvat, zouden moeten uitgerust zijn.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Het ter gelegenheid van dit ongeval opgeworpen vraagstuk is zeer belangrijk en ik keur het advies van het divisiecomité volkomen goed.

Ik vind dat al de bestaande installaties aandachtig zouden moeten onderzocht worden en dat die welke op het gebied van veiligheid en gezondheid onvoldoende waarborgen bieden onmiddellijk zouden moeten in orde gebracht of vervangen worden.

Brussel, 2 maart 1962.

RUBRIQUE 8.

EMPLOI D'EXPLOSIFS

Notice n° M. 96.

Explosion intempestive d'un lot de détonateurs. — 1 blessé grièvement. (Ib/1960/13).

Circonstances.

Un électricien était chargé du contrôle de la résistance ohmique de détonateurs à longs retards. Il effectuait cette opération dans son atelier sur un établi en bois, à l'aide d'un pont de Wheatstone; il disposait le détonateur à l'intérieur d'une cloche en acier de manière à éviter les conséquences d'une explosion intempestive.

Chaque matin, l'électricien s'approvisionnait au dépôt d'explosifs. Le jour de l'accident, il avait prélevé 550 détonateurs en paquets de 50 unités.

Etant donné qu'il fallait, en moyenne, une heure pour vérifier 50 détonateurs, ce prélèvement, manifestement trop élevé, était destiné à constituer une réserve pour le lendemain, afin de pallier une interruption possible dans le contrôle.

Il entreposait cette réserve, et, en général, tous les détonateurs qui n'avaient pu être contrôlés le même jour, dans une armoire en bois, fermée à clef et réservée à son usage personnel.

RUBRIEK 8.

GEBRUIK VAN SPRINGSTOFFEN

Nota nr M. 96.

Ontijdige ontploffing van een hoeveelheid slagpijpjes. — 1 zwaar gekwetste. (Ib/1960/13).

Omstandigheden.

Een electricien was belast met de controle op de ohmse weerstand van slagpijpjes met grote vertraging. Hij deed dit werd in zijn werkplaats op een houten werktafel, met behulp van een brug van Wheatstone ; hij plaatste het slagpijpje onder een stalen klok om de gevolgen van een ontijdige ontploffing te vermijden.

Iedere voormiddag ging de electricien zich in de springstofopslagplaats bevoorraden. De dag van het ongeval had hij 550 slagpijpjes meegenomen in pakken van 50.

Aangezien hij gemiddeld een uur nodig had om 50 slagpijpjes te controleren, was deze — klaarbijkelijk te grote — hoeveelheid bestemd om een voorraad aan te leggen voor 's anderendaags, ten einde een mogelijke onderbreking in de controle te verhelpen.

Hij borg deze voorraad — en in het algemeen al de slagpijpjes die hij de dag zelf niet had kunnen controleren — in een houten kast, die op slot ging en alleen voor zijn persoonlijk gebruik diende.

Le jour de l'accident, il déposa cette réserve, soit 350 détonateurs, dans l'armoire et déballa sur l'établi les quatre paquets restants.

Il procéda alors au contrôle de 130 détonateurs, après quoi, ne pouvant terminer ses mesures avant la fin du poste, il déposa le dernier paquet de 50, qui était déballé, dans l'armoire. Au même instant, il se produisit une série d'explosions. L'électricien fut grièvement blessé et l'armoire fut détruite ainsi qu'une grande partie de son contenu.

Au cours de l'enquête, il fut constaté que l'armoire contenait plusieurs piles électriques de 1,5 V, à bornes apparentes, qui ont été trouvées capables de faire exploser un détonateur.

La seule explication plausible est que les extrémités dénudées des fils d'un détonateur sont entrées en contact avec les bornes de l'une des piles; ce détonateur, en explosant, aura entraîné l'explosion, par influence, de 170 autres détonateurs.

Les piles électriques ne se trouvaient pas dans le même compartiment de l'armoire que les détonateurs, mais les cloisons séparant ces compartiments n'étaient pas complètes et laissaient un intervalle de 15 mm de largeur du côté du fond de l'armoire, fente par laquelle les fils d'un détonateur ont pu s'introduire.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Conformément à l'avis du Comité de Division, j'estime que le contrôle des détonateurs ne devrait se faire que dans un local spécial approprié à cet effet et ne contenant pas de source dangereuse d'électricité.

Bruxelles, le 29 août 1960.

De dag van het ongeval legde hij de voorraad, nl. 350 slagpijpjes, in de kast en pakte de overige vier pakken op de werktafel uit.

Nadat hij 130 slagpijpjes gecontroleerd had en vaststelde dat hij zijn metingen niet vóór het einde van de dienst kon beëindigen, legde hij het laatste pak van 50, dat uitgepakt was, in de kast. Op dat ogenblik deed zich een reeks ontploffingen voor, waardoor hij zwaar gekwetst werd en de kast met een groot gedeelte van de inhoud vernield werd.

Tijdens het onderzoek heeft men vastgesteld dat de kast verscheidene elektrische batterijen van 1,5 volt met blote klemmen bevatte, die sterk genoeg gebleken zijn om een slagpijpje te doen ontploffen.

De enige aannemelijke uitleg is dat de blote uiteinden van de draden van een slagpijpje in aanraking gekomen zijn met de klemmen van een van de batterijen ; door zijn ontploffing moet dit slagpijpje door beïnvloeding de ontploffing van 170 andere slagpijpjes veroorzaakt hebben.

De elektrische batterijen bevonden zich niet in hetzelfde vlak van de kast als de slagpijpjes, maar de separaten tussen deze vlakken waren niet volledig en vertoonden aan de achterkant een spleet van 15 mm breedte, waardoor de draden van een slagpijpje kunnen doorgedrongen zijn.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Overeenkomstig het advies van het Divisiecomité, ben ik van oordeel dat de controle op de slagpijpjes slechts in een daartoe ingericht bijzonder lokaal zou mogen geschieden, waarin geen gevaarlijke bron van elektriciteit voorhanden is.

Brussel, 29 augustus 1960.

Notice no U. 14.

Emploi de pistolets de scellement. 1er cas : 1 blessé mortellement. (IIb/1961/5). - 2e cas : 1 tué. (Ia/1961/6).

Circonstances.

Premier cas.

Pour fixer une tuyauterie, une équipe de monteurs avait décidé de chasser, à l'aide d'un pistolet, une pièce de scellement dans l'aile d'une poutrelle métallique. Pour faciliter l'opération, la victime maintenait surélevée la tuyauterie provisoirement placée, tandis qu'un de ses camarades tirait avec le pistolet.

Le projectile, ayant glissé sur le bord de l'aile, fut dévié en direction de la victime qu'il blessa mortellement à la poitrine.

L'ouvrier qui maniait le pistolet s'était placé dans une position peu confortable et, bien que droitier,

Nota nr U. 14.

Gebruik van nagelpistolen. — 1e geval : 1 dodelijk gekwetste. (IIa/1961/5). — 2e geval : 1 dode. (Ia/1961/6).

Omstandigheden.

Eerste geval.

Om een buis vast te maken, had een ploeg monteerders besloten een schroefnagel door middel van een pistool in de flens van een metalen balk te schieten. Om dat werk te vergemakkelijken, hield het slachtoffer de voorlopig geplaatste buis omhoog, terwijl een van zijn werkmakkers met het pistool schoot.

De nagel, die over de rand van de flens gleed, vloog in de richting van het slachtoffer, dat dodelijk getroffen werd in de borst.

De arbeider die het pistool hanteerde, had zich in een vrij ongemakkelijke houding geplaatst en, hoe-

tenait le pistolet de la main gauche. Il est à supposer que, après avoir centré le canon sur la tranche de l'aile, il aura involontairement déplacé légèrement le pistolet avant le tir.

Il fut constaté après l'accident que le projectile avait creusé une rainure oblique et profonde dans l'aile de la poutrelle, mais qu'il était ressorti immédiatement vers la gauche.

Le pistolet était muni d'un pare-éclats de 110 mm de largeur, alors que la largeur de l'aile n'atteignait que 20 mm. Il en résulte que, dans les conditions où le pistolet avait été utilisé, le pare-éclats ne pouvait plus remplir son office et qu'il suffisait que le pistolet ne soit pas bien centré pour que la pièce de scellement soit projetée en dehors de l'aile de la poutrelle.

Deuxième cas.

Un ouvrier était occupé à chasser des goujons de scellement dans un mur à l'aide d'un pistolet. A un moment donné, le coup n'étant pas parti, l'ouvrier descendit de la caisse sur laquelle il était juché, vraisemblablement pour en référer à son contremaître. Toutefois, le pistolet était resté armé et il se déclencha brusquement alors que l'ouvrier dirigeait l'appareil en direction de sa poitrine. Il fut tué sur le coup.

L'appareil dont il s'agit ne s'arme que lorsqu'on l'appuie fortement sur une surface résistante et il se désarme automatiquement dès que la pression cesse. L'enquête a toutefois démontré qu'à l'appareil qui a occasionné l'accident, le porte-percuteur pouvait exceptionnellement se coincer dans une position très proche de la percussion et qu'il pouvait arriver ainsi que le pistolet restât armé malgré le manque d'appui sur une surface résistante. Il a été établi néanmoins que l'entretien et le nettoyage des pistolets se faisaient régulièrement et conformément aux instructions du constructeur.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Lorsqu'il est fait usage d'un pistolet de scellement, il importe :

— que les ouvriers appelés à s'en servir soient nommément désignés;
— qu'un exemplaire des consignes relatives à l'emploi de cet engin leur soit remis;
— qu'ils soient systématiquement initiés à l'emploi de cet outil et avertis des dangers qu'il peut présenter.

A titre d'information, je reproduis ci-dessous une note de M. Cige, Ingénieur à l'Institut National de Sécurité de France, intitulée : « Les pistolets de scellement » (Cahiers de Notes Documentaires de l'Institut National de Sécurité - Paris, n° 63 : avril-mai 1961) :

wel hij rechtshandig was, had hij het pistool in de linkerhand gehouden. Men mag veronderstellen dat hij het pistool, nadat hij de loop recht op de rand van de flens gericht had, vóór het schot ietwat verplaatst heeft.

Na het ongeval heeft men vastgesteld dat de nagel een diepe, schuine groef in de flens van de metalen balk gegraven had, maar dat hij er onmiddellijk naar links uitgevlogen was.

Het pistool was voorzien van een splinterscherm dat 110 mm breed was, terwijl de flens slechts 20 mm breed was. Hieruit volgt dat het scherm, in de omstandigheden waarin men het pistool gebruikt had, geen dienst kon doen en dat het voldoende was dat het pistool niet goed gericht was om de schroefnagel buiten de flens van de metalen balk te jagen.

Tweede geval.

Een arbeider was bezig met een pistool bevestigingspinnen in een muur te schieten. Toen een schot niet afging, daalde hij af van de kist waarop hij zat, waarschijnlijk om de meestergast te verwittigen. Het pistool was echter geladen gebleven en ging plots af terwijl de arbeider het in de richting van zijn borst hield. Hij was op slag dood.

Het betrokken toestel wordt slechts gewapend wanneer men het stevig tegen een weerstandbiedende oppervlakte drukt en het wordt automatisch ontwapend zodra die drukking ophoudt. Het onderzoek heeft echter aangetoond dat het slagpinstuk, bij het toestel waarmee het ongeval gebeurd was, uitzonderlijk kon gekneld geraken in een stand zeer dicht bij de slag en dat het zo kon gebeuren dat het pistool gewapend bleef, hoewel het niet tegen een weerstandbiedende oppervlakte gedrukt werd. Men heeft nochtans uitgemaakt dat de pistolen regelmatig volgens de voorschriften van de fabrikant onderhouden en schoongemaakt werden.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Wanneer een nagelpistool gebruikt wordt is het geboden :

— dat de arbeiders die het moeten gebruiken met naam aangeduid worden ;
— dat zij een exemplaar van de gebruiksaanwijzingen ontvangen ;
— dat zij stelselmatig opgeleerd worden hoe dat werktuig moet worden gebruikt en gewezen op het gevaar dat het kan opleveren.

Bij wijze van inlichting herneem ik hierna een nota van de heer Cige, ingenieur bij het Institut national de Sécurité de France, getiteld : « Les pistolets de scellement » (Cahiers de Notes documentaires de l'Institut national de Sécurité - Parijs. nr 63, april-mei 1961) :

« *Principe :*

» Projection à grande vitesse de la pièce à sceller (goujon) qui sera fixée directement dans le matériau (bois, brique, béton, métal, etc.) sans recours à une liaison intermédiaire telle qu'un tampon par exemple.

» *Fonctionnement :*

» L'explosion d'une cartouche chasse à très grande vitesse un projectile à travers un canon dont la bouche s'appuie sur la masse dans laquelle le goujon doit être planté.

» La puissance de pénétration est fonction de la vitesse initiale des projectiles (80 à 600 m/s).

» On peut faire varier la vitesse initiale des projectiles, soit en utilisant des cartouches de différentes puissances, soit en modifiant la balistique interne du pistolet.

» L'emploi de cet outil ou plus exactement de cette arme provoque fréquemment des accidents souvent graves, non seulement pour le manipulateur mais également pour des tiers.

» La grande majorité des accidents provient soit d'un mauvais emploi, soit d'une erreur dans la manipulation, soit de l'instruction insuffisante de l'utilisateur quant au maniement de cet outil.

» La réglementation concernant l'emploi du pistolet de scellement est actuellement à l'étude, mais certaines recommandations peuvent dès maintenant être appliquées, notamment :

— port du casque et de lunettes de protection ou d'un protège-face en matériau translucide et résistant;

— adaptation à l'appareil d'une cape pare-éclats en matière résistante et conçue de telle sorte qu'elle puisse retenir tant les projectiles ayant ricoché que les éclats de matériaux;

— équipement de l'appareil de sécurité d'arrêt, afin d'empêcher :

» 1°) Le tir dans un espace libre.

» 2°) Le départ inopiné du coup pendant les manipulations ou lors d'une chute de l'appareil sur un sol dur.

» 3°) Le tir si l'appareil n'est pas muni de sa cape pare-éclats ou si l'extrémité du canon muni de sa cape n'est pas appuyée sur la surface du matériau dans lequel on doit tirer ou si l'axe du pistolet fait un angle de plus de 6° avec la perpendiculaire élevée à partir de la surface de tir.

» Le personnel ne pourra utiliser le pistolet de scellement qu'après une instruction complète ayant donné lieu à la délivrance d'un certificat d'aptitude.

» Lors de l'utilisation du pistolet de scellement, toutes mesures doivent être prises sur le chantier afin que personne ne se trouve dans la zone dangereuse.

» L'utilisateur se placera sur une base stable et solide et n'opérera qu'après s'être rendu compte du matériau dans lequel doit s'effectuer le tir. L'un des principaux dangers, cause la plus fréquente d'accidents graves, est la déviation du goujon dans un matériau hétérogène. De plus, le tir dans un matériau de résistance insuffisante pour absorber le projectile présente des risque d'accidents graves, voire mortels.

» Les types d'appareils présentant le maximum de sécurité sont :

» 1°) Les appareils à frappe directe permettant d'enfoncer, à l'aide d'un marteau, un goujon dans presque tous les matériaux. Ce dispositif remplace avantageusement le pistolet chaque fois que le diamètre du goujon à enfoncer n'excède pas 4 mm.

» 2°) Le pistolet à cartouches, d'un principe semblable au précédent, et dans lequel des masselottes, propulsées par l'explosion de la cartouche, frappent le goujon à enfoncer dans le matériau. Dans ce système, l'énergie nécessaire à l'enfoncement du goujon se répartit entre le goujon et la masselotte, ceci dans le rapport des masses respectives, de l'ordre de 1 à 20; ceci contrairement au pistolet classique dans lequel toute l'énergie est transmise au goujon (de 20 à 50 kgm pour une cartouche de 6 mm); l'énergie du projectile est donc très faible et, par conséquent, il ne présentera aucun danger. »

Bruxelles, le 29 août 1961. Brussel, 29 augustus 1961.

RUBRIQUE 9.

ELECTROCUTION

Notice n° U. 18.

Ouvrier électrocuté par un courant électrique à basse tension. — 1 tué. (Ib/1964/14).

Circonstances.

Un câble souple à trois conducteurs et fil de terre est terminé par deux prises femelles.

A la prise amont, un ouvrier non qualifié avait connecté le fil de terre à une borne de phase et les trois fils de phase respectivement à deux bornes de phase et à la prise de terre.

Après avoir mis cette fiche sous tension, l'ouvrier voulut raccorder la fiche terminale aval, dont le boîtier métallique était en conséquence sous tension, à la prise mâle d'un autre câble souple non sous tension. Il a été retrouvé électrocuté, tenant encore dans chaque main l'extrémité des deux câbles.

Le réseau est à 220 V entre phases avec neutre isolé.

Avis du Comité de Division.

A la base de cet accident il y a, d'une part, l'erreur de raccordement de la fiche terminale du câble électrique, erreur ayant consisté dans la connexion du conducteur de masse à une borne de phase et, d'autre part, un défaut d'isolement sur le réseau qui n'a pu être localisé lors de l'enquête.

M. l'ingénieur principal divisionnaire signale qu'il existe des disjoncteurs différentiels sensibles à des courants de fuite de l'ordre de 25 milliampères et qui peuvent supprimer dans de tels cas le danger d'électrocution. Ce matériel est décrit dans le n° 174 de la revue française « Courrier de la Normalisation » et paraît déjà fort répandu en France à titre expérimental.

Note de l'Inspecteur Général des Mines.

Je me rallie à l'avis formulé par le Comité de Division.

En ce qui concerne le disjoncteur différentiel signalé par M. l'ingénieur principal divisionnaire, j'extrais ce qui suit du rapport que nous avons rédigé en son temps à la suite du premier colloque international sur les accidents électriques, tenu à Paris du 2 au 5 mai 1962 :

« Au laboratoire pour l'étude de l'appareillage à basse tension, on poursuit la mise au point du disjoncteur différentiel pour particuliers abonnés. Ces recherches comportent jusqu'à présent quatre étapes, notamment :

RUBRIEK 9.

ELEKTROCUTIE

Nota nr U. 18.

Arbeider door elektrische laagspanningsstroom geelektrocuteerd. — 1 dode. (Ib/1964/14).

Omstandigheden.

Een soepele kabel met drie fasegeleiders en een aardgeleider loopt uit op twee vrouwelijke contactdozen.

Aan de kant van de stroombron had een ongeschoolde arbeider de aardgeleider van de contactdoos met een faseklem verbonden en de drie fasegeleiders onderscheidenlijk met twee faseklemmen en de aardverbinding.

Nadat hij deze contactdoos onder spanning gezet had, wou de arbeider de andere contactdoos, waarvan het metalen omhulsel bijgevolg onder spanning stond, verbinden met de stekker van een andere soepele kabel die niet onder spanning stond. Hij werd geëlektrocuteerd aangetroffen, met het uiteinde van de twee kabels nog in iedere hand.

Het was een net op 220 V tussen fasen met geïsoleerd nulpunt.

Advies van het Divisiecomité.

Aan de basis van dit ongeval liggen enerzijds de verkeerde verbinding van de eindcontactdoos van de elektrische kabel, nl. de verbinding van de massageleider met een faseklem, en anderzijds een isolatiedefect op het net, dat men tijdens het onderzoek niet heeft kunnen localiseren.

De e.a. divisiemijningenieur deelt mede dat er differentiële lastschakelaars zijn die gevoelig zijn voor lekstromen van 25 milliamperes en in zulke gevallen het elektrocutiegevaar kunnen uitschakelen. Dat materieel is beschreven in nummer 174 van het Franse tijdschrift « Courrier de la Normalisation » en schijnt in Frankrijk bij wijze van proef al zeer veel verspreid zijn.

Nota van de Inspecteur-Generaal der Mijnen.

Ik sluit mij aan bij het advies van het Divisiecomité.

Wat de differentiële lastschakelaar betreft waarvan de H. e.a. divisiemijningenieur gewaagt, licht ik volgend uittreksel uit het verslag dat wij destijds na het eerste internationale colloquium over door elektriciteit veroorzaakte ongevallen, van 2 tot 5 mei 1962 te Parijs gehouden, opgesteld hebben :

« In het laboratorium voor de studie van laagspanningsapparatuur werkt men voort aan de definitieve voltooing van de differentiële lastschakelaar

» a) *1951* : seuil à 80 % du courant nominal, sans indication de durée de fonctionnement;

» b) *1958* : seuil à 2 A, durée de fonctionnement inférieure à 100 millisecondes;

» c) *1961* : seuil à 450 mA ± 200 mA de tolérance, durée inférieure à 100 millisecondes. Cet appareil est fabriqué au rythme de un million par an et il y en a déjà plus de un million en service;

» d) *1962* : seuil à 25 mA ± 5 %. 10.000 prototypes sont déjà en service.

» Durée de fonctionnement :

au seuil : 1 minute.
à 40 mA : 1 seconde.
à 100 mA : 100 millisecondes.
à 300 mA : 30 millisecondes.

» Cet appareil est destiné à assurer la sécurité des petites installations, alimentées en courant monophasé par une phase et un neutre. Il se compose d'un tore magnétique portant deux enroulements identiques, placés en série l'un dans la phase d'arrivée, l'autre dans le conducteur du neutre, et un troisième enroulement raccordé à un relais dont l'armature est normalement attirée (sécurité positive). S'il n'y a aucune perte à la terre, les courants sont égaux dans le conducteur de phase et le conducteur du neutre et le troisième enroulement ne détecte rien. Au contraire, s'il se produit une fuite à la terre, les courants précités ne sont pas égaux et le troisième enroulement détecte la différence entre les deux, différence qui est égale au courant de fuite.

» Ce principe n'est donc applicable que lorsqu'il existe un conducteur de neutre, le point neutre étant mis à la terre à la sous-station mais pas chez l'abonné.

» En courant triphasé, ce principe est aussi applicable, par exemple lorsqu'il y a quatre conducteurs (trois phases et un neutre) comportant des enroulements identiques sur le tore magnétique; on peut alors détecter la différence entre le courant homopolaire et le courant du neutre, différence qui est aussi égale au courant de fuite. »

Il est regrettable que les appareils de ce genre n'aient pas encore suscité dans notre pays tout l'intérêt qu'ils méritent.

Bruxelles, le 9 mars 1965.

voor geabonneerde particulieren. Deze opzoekingen bedroegen tot dusver 4 etappen, namelijk :

» a) *1951* : drempel van 8 % van de nominale stroom, zonder aanduiding van de werkingsduur ;

» b) *1958* : drempel van 2 A, werkingsduur van minder dan 100 milliseconden ;

» c) *1961* : drempel van 450 mA ± 200 mA speling, werkingsduur van minder dan 100 milliseconden. Van dit apparaat worden er een miljoen per jaar vervaardigd en er zijn er al meer dan een miljoen in gebruik ;

» d) *1962* : drempel van 25 mA ± 5 %. Er zijn al 10.000 prototypen in gebruik.

» Werkingsduur :

aan de drempel : 1 minuut.
op 40 mA : 1 seconde.
op 100 mA : 100 milliseconden.
op 300 mA : 30 milliseconden.

» Dit apparaat is bestemd om de veiligheid van kleine installaties, gevoed door een monofasig net met een fase en een nulpunt, te verzekeren. Het bestaat uit een magnetische ring waarop twee identieke wikkelingen aangebracht zijn, die in serie de ene in de aankomstsfase, de andere in de nulpuntgeleider geschakeld zijn, en een derde wikkeling, die verbonden is met een relais waarvan het anker normaal aangetrokken wordt (positieve veiligheid). Als er geen stroomverlies is, zijn de stromen in de fasegeleider en in de nulpuntgeleider gelijk en merkt de derde wikkeling niets op. Wanneer zich daarentegen een stroomverlies voordoet, zijn de twee voormelde stromen niet gelijk en merkt de derde wikkeling het verschil tussen beide op, een verschil dat gelijk is aan de lekstroom.

» Dit beginsel is dus enkel toepasselijk wanneer er een nulgeleider is en het nulpunt in het verdelingsstation maar niet bij de abonnee geaard is

» Bij een driefasige stroom is dit beginsel ook toepasselijk, bij voorbeeld wanneer er 4 geleiders zijn (3 fasegeleiders en een nulpuntgeleider) die identieke wikkelingen op de magnetische ring omvatten ; dan kan met het verschil waarnemen tussen de homopolaire stroom en de nulpuntstroom ; dit verschil is ook gelijk aan de lekstroom ».

Het is jammer dat zulke apparaten in ons land nog niet de belangstelling gewekt hebben die zij verdienen

Brussel, 9 maart 1965.

Sélection des fiches d'Inichar

Inichar publie regulièrement 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 2545 Fiche n° 40.362

G. KNEUPER. Der Einfluss der mitteldeutschen Schwelle auf die Sedimentation und Tektonik des saarländischen Steinkohlengebirges. *L'influence du seuil de la Moyenne-Allemagne sur la sédimentation et la tectonique des terrains houillers de la Sarre.* — **Publication de la Division Géologie de l'Ecole des Mines de Saarbrücken,** p. 201/215, 3 fig.

Les récents travaux sur les terrains houillers sarrois comportent un nombre très élevé d'études isolées, particulières qui ne sont pas publiées. Elles s'intègrent dans un vaste programme de recherche qui, avant tout, est établi conformément aux besoins pratiques de l'industrie charbonnière. A côté de ce but, existe un objectif fondamental qui est celui d'éclaircir l'histoire de la formation et de l'évolution du Carbonifère supérieur dans le bassin de la Sarre. La connaissance de celle-ci se trouve à la base de la formulation d'hypothèses capables d'aider à la résolution de toute une série de questions décisives pour la géologie et l'exploitation du charbon. Dans la présente note, l'auteur esquisse, d'une manière synthétique, les traits essentiels des influences exercées sur la sédimentation et la tectonique au sein de la zone affectée par l'anticlinal principal sarrois, par le seuil qui existait au centre de l'Allemagne.

IND. A 34 Fiche n° 40.287

J. MONTEL. Considérations économiques sur l'exploration et l'exploitation du pétrole en mer. — **Annales des Mines (France),** 1965, avril, p. 67/72, 2 fig.

La recherche pétrolière en mer entraîne des risques plus importants que la recherche à terre et les pétroliers doivent en tenir compte dans leurs décisions d'investissement. Dans cet article, l'auteur fait ressortir quelques points particuliers des calculs économiques dans les différentes phases du travail pétrolier (exploration et exploitation en particulier) en insistant sur les différences introduites dans ces calculs par le milieu marin. (Résumé de l'auteur.)

IND. **A 354** Fiche n° **39.857**

X. Le quadrilatère ferrifère du Brésil. — **Mines n° 114,** 1965, p. 9/36, 19 fig.

Une des régions du globe les plus importantes pour l'extraction du minerai de fer, pour l'avenir : réserves très importantes de minerais de haute qualité et réserves colossales de minerais plus pauvres, mais faciles à enrichir. Une sidérurgie moderne est en train de s'installer près de ce quadrilatère ferrifère, qui devrait pouvoir assez vite couvrir les besoins du pays et même certainement exporter des produits semi-finis ou finis. Grâce au progrès des transports maritimes, les exportations de minerai vers les U.S.A., l'Europe et même le Japon se développent à un rythme extrêmement rapide et ont ainsi une influence sur l'industrie sidérurgique de plusieurs grandes nations industrielles. Parmi les sociétés minières exportatrices de minerai, la plus importante actuellement est la Compagnie Vale do Rio Doce (C.V.R.D.) qui exploite les gisements de la région d'Itabira et le chemin de fer reliant Itabira au port d'embarquement de Vitoria. Elle va également exploiter bientôt le nouveau port minéralier de Tubarao qui permettra d'embarquer plus de 20 Mt par an. Une importante mission technique de spécialistes français a effectué au Brésil pendant 1964 des études de développement minier et ferroviaire. C'est à cette collaboration entre techniciens brésiliens et français que nous devons les articles développés dans la présente étude, à savoir : P. Gurs : le quadrilatère ferrifère du Brésil; G.O. Rangel : le Brésil et le marché mondial du minerai de fer; I. Moraes : l'expédition du minerai de fer brésilien par les ports de Vitoria et Tubarao; C. Motta : le chemin de fer Vitoria-Minas, les exploitations minières de la Compagnie Vale do Rio Doce (C.V.R.D.).

IND. **A 43** Fiche n° **40.284**

R. DESAINT et H. RICHARD. La géophysique et la détermination des positions en mer. — **Annales des Mines (France),** 1965, avril, p. 27/38, 8 fig.

Trois procédés géophysiques sont actuellement utilisés en prospection marine. La méthode gravimétrique qui est peu utilisée. L'aéromagnétisme, qui permet des reconnaissances très rapides et peu coûteuses, a fait récemment un progrès déterminant avec l'appareil à « pompage optique ». Enfin, la méthode sismique qui est la plus largement utilisée. Son prix de revient en mer est environ cinq fois plus faible que sur terre. Les auteurs en indiquent les difficultés particulières (effet bulle, singing) et terminent par un paragraphe relatif au problème fondamental et bien résolu de la détermination des positions en mer. (Résumé de l'auteur.)

IND. **A 44** Fiche n° **40.328**

M.N. BERDICHEVSKIY. Electrical prospecting with the telluric current method. *La prospection électrique par la méthode du courant tellurique.* — **Quarterly of the Colorado School of Mines,** 1965, janvier, 216 p., 125 fig.

Au sommaire : I. Informations générales. II. Le champ du courant tellurique dans un milieu à strates horizontales. III. Champ de courant tellurique dans un milieu horizontalement non homogène. IV. Exploration géophysique par courants telluriques. V. Interprétation des données de courant tellurique. VI. Représentation graphique des résultats d'observations de courant tellurique. VII. Interprétation géologique des résultats de levés à l'aide de courant tellurique. VIII. Conclusion. Références bibliographiques.

IND. **A 520** Fiche n° **40.285**

R. DELMAS. Les méthodes de forage en mer. — **Annales des Mines (France),** 1965, avril, p. 39/50, 14 fig.

Le développement de l'activité pétrolière en mer a conduit à mettre au point des appareillages de plus en plus puissants pour effectuer des forages sous des profondeurs d'eau de plus en plus importantes. L'auteur décrit successivement : les chalands et barges submersibles que l'on échoue pour effectuer le forage et que l'on remet à flot pour les déplacements. Les plates-formes autoélévatrices qui reposent au fond de la mer par 3 à 8 piles suivant les modèles. Les engins flottants du type bateau ou du type semi-submersible qui sont ancrés au fond et ceux de ces mêmes types à positionnement dynamique. Enfin les plates-formes fixes, de petites dimensions, sur lesquelles on installe un derrick transportable. (Résumé de l'auteur.)

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. **B 0** Fiche n° **40.398**

S. BATZEL. Die Wahl des Hauptstreckenfördermittels als Grundlage für den Zuschnitt einer neuen Sohle bei hoher Feldeausnutzung. *Le choix du moyen de transport à utiliser pour le roulage principal comme base de la conception d'un nouvel étage caractérisé par une production importante.* — **Glückauf,** 1965, 12 mai, p. 597/602, 8 fig.

L'auteur établit une comparaison entre le transport effectué au moyen de locomotives et berlines à grande capacité et celui fait par convoyeur à

bande et ce, au double point de vue de l'organisation et de l'économie. La production par chantier d'abattage, la densité de l'infrastructure de la mine et l'utilisation des panneaux portent à croire que l'utilisation du convoyeur à bande est préférable à tout autre mode de transport principal et qu'il permet d'escompter, du fait de travaux préparatoires plus simples et de frais d'exploitation moins élevés, une économie de l'ordre de 1 DM à la tonne produite.

IND. **B 114** Fiche n° **40.360**

H. BECKER. Hydrogeologische Beobachtungen beim Abteufen des Warndtschachtes der Saarbergwerke A.G. - (Ein Wassereinbruch im Gefrierschachtteil. *Observations hydrogéologiques lors du fonçage du puits Warndt de la « Saarbergwerke A.G. » (Un coup d'eau dans une partie du puits congelée).* — **Publication de la Division Géologie de l'Ecole des Mines de Saarbrücken,** p. 115/130, 13 fig.

Lors du fonçage du puits de Warndt, une venue d'eau à débit progressivement croissant nécessite l'interruption du travail à front. Après d'importants essais d'aveuglement de la venue, toutefois infructueux, on obtura le puits au droit de la venue, au moyen d'une épaisse plate-cuve en béton. Au départ de celle-ci, on refora une série de nouveaux sondages de congélation et, après une interruption de trois mois pendant laquelle un nouveau mur de glace avait pu se former, le travail d'approfondissement à niveau vide put être repris. Les causes de l'irruption d'eau doivent être imputées à la déviation importante qu'avait subie le sondage de congélation n° 35 lors de la traversée des terrains fortement aquifères en grès bariolés qui se situent sous les formations argileuses du Wadern, faisant office d'écran imperméable.

IND. **B 12** Fiche n° **40.399**

R. GREUER. Der Einfluss von Aenderungen an den Einbauten auf den Wetterwiderstand einer Schachtes. *L'influence de modifications apportées aux équipements des puits sur la résistance au courant d'air.* — **Glückauf,** 1965, 12 mai, p. 602/607, 10 fig.

L'auteur introduit son exposé en publiant les pertes de charge moyennes et la résistance moyenne des puits des charbonnages de la Ruhr. Vu que la résistance offerte au courant d'air est essentiellement causée par les équipements qui encombrent la section des puits, les moyens qui se présentent en vue de diminuer celle-ci comportent, en plus de la suppression de tous les équipements inutiles ou superflus, la disposition rationnelle de ceux-ci dans la section même et surtout la modification des profils de moises et leur carénage aérodynamique par feuilles métalliques, de manière à réduire au minimum les pertes de charge induites. L'article mentionne les résultats qu'il est possible d'escompter de telles mesures et cite les gains réellement acquis dans la pratique. En vue de l'élaboration du profil optimal à donner aux traverses et moises de puits, l'auteur souligne l'intérêt de recherches préalables effectuées sur modèles, en tunnel aérodynamique.

IND. **B 22** Fiche n° **40.405**

F. HARRISON. Sinking and equipping a large capacity bunker staple shaft at Dawdon Colliery. *Le creusement et l'équipement d'un burquin-silo de grande capacité au Charbonnage de Dawdon.* — **Colliery Guardian,** 1965, 16 avril, p. 525/531, 8 fig.

Dawdon, sur la côte de Durham, exploite sous la mer depuis 1907 et s'est modernisé assez récemment. La mécanisation est actuellement à 100 %. Un burquin a été creusé entre deux couches à la profondeur de 118,20 m à la fois pour réduire la longueur des transports souterrains et pour servir de silo d'emmagasinement, avec chute spirale d'une capacité de 400 tonnes/h, 1,50 m de diamètre. Section du burquin dans sa partie inférieure servant de réservoir circulaire 7,20 m de diamètre, 26,10 m de longueur bétonnée, capacité 1.100 t de charbon tout-venant. La partie supérieure du burquin, au-dessus de la spirale, a une section rectangulaire 3,75 m $\times$ 3,30 m. L'article décrit en détails les opérations de ceusement en descendant, avec évacuation des déblais par un sondage pilote de grand diamètre. Il décrit également l'équipement du burquin et le transport par convoyeur à courroie à la base du silo, jusqu'aux skips du puits d'extraction. L'installation a permis une sensible amélioration de la production qui est actuellement d'environ 7.230 t par jour et 36.905 t/semaine.

IND. **B 33** Fiche n° **40.396**

H. LUEKE. Gedingekalkulatorische Untersuchungen von Flözstreikenvortrieben mit Seitengriffladern und Continuous Miners. *Etudes du calcul des rémunérations à la tâche pour le creusement de voies en couche effectué au moyen de chargeuses à attaque latérale et de mineurs continus.* — **Glückauf,** 1965, 28 avril, p. 576/581, 3 fig.

Il ressort des recherches effectuées par l'auteur que, dans les 16 fronts de creusement de voies en couche, équipés avec des chargeuses à attaque latérale, qu'il a étudiés, ces engins de chargement donnent de meilleurs résultats techniques que les

pelles à basculage axial ou latéral du godet et que les scrapers, s'il se réfère aux valeurs de comparaison relatives à ces équipements qu'il a pu trouver dans la littérature disponible. Les données relatives à la présence au chantier, à l'organisation, aux postes effectués, au creusement proprement dit, aux rendements et au nombre de postes nécessaires à l'exécution de toutes les opérations du cycle, ainsi que la rémunération des ouvriers à la tâche dans les 22 fronts de creusement de traçages équipés avec chargeuse à attaque latérale et mineur continu étudiés par l'auteur, caractérisent les conditions de travail. Celles-ci mettent en évidence les difficultés qui se posent, dans de tels ateliers de travail, lors de l'établissement d'une formule de rémunération correcte et équitable des ouvriers.

IND. **B 414** Fiche n° **40.350**

BASSIN DE LA LOIRE. Soutirage à Verpilleux dans une couche de très grande puissance. — **Charbonnages de France, Documents Techniques,** N° 4, 1965, p. 269/275, 5 fig.

Prix régional au Concours de Productivité des Charbonnages de France du 2e semestre 1964. Cette méthode a été mise au point dans une bande restant dans le stot de protection d'un puits remblayé. L'épaisseur du charbon à récupérer dépasse 20 m. Pour disloquer cette masse et permettre le soutirage, on a renoncé au tir et employé la méthode originale suivante : on dépile une première taille de 3 m (à 3 m au-dessus du mur) et on soutire partiellement pour augmenter le vide; une 2e taille de 3 m au mur, suit la première sous le foudroyage, et c'est à partir de cette taille qu'on soutire le charbon restant. Détails sur les opérations successives, le soutènement et le soutirage. Différentes méthodes ont été essayées pour affaiblir le charbon supérieur et régulariser le soutirage, en particulier l'injection d'eau. Les résultats sont satisfaisants : bonne sécurité, pas d'échauffement, augmentation du rendement et diminution du prix de revient. (Résumé de la revue.)

IND. **B 4211** Fiche n° **40.348**

BASSIN DE LORRAINE. La concentration en veines puissantes prises par attaques multiples à Wendel. — **Charbonnages de France, Documents Techniques,** N° 4, 1965, p. 231/248, 16 fig.

Prix National au Concours de Productivité des Charbonnages de France du 2e semestre 1964. La méthode d'exploitation en semi-dressants par attaques multiples, tranches horizontales montantes et remblayage hydraulique était bien au point pour des veines de 2 à 2,50 m de puissance; les rendements tailles étaient de 9 à 10 t, pour des tailles de 130 à 150 m. On a dû chercher à appliquer et perfectionner cette méthode pour les veines de 3 à 4 m de puissance, et en même temps, augmenter la longueur des tailles pour faciliter la concentration. Les problèmes multiples posés par ces mises au point sont étudiés dans ce rapport : foration, tir, soutènement, déblocage, découpage du gisement pour l'allongement des tailles. Tableaux de comparaison avec les résultats d'une taille classique; tableaux des prix de revient. Une taille de 200 m donne un rendement de 12 t, avec des pointes à 14 t, avec un gain de 5 F sur le chapitre des salaires.

IND. **B 43** Fiche n° **40.379**

X. Soutirage à Verpilleux dans une couche de très grande puissance. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1965, avril, p. 321/328, 5 fig.

Le quartier Verpilleux exploite essentiellement la 15e couche Grüner dont la puissance varie de 10 à 28 m. Cette couche a été en partie exploitée anciennement par la méthode de tranches horizontales; actuellement, il reste des queues de gisement difficilement exploitables par des méthodes classiques. Dans le panneau en cours de dépilage, la relevée aval est sous les vieux travaux, la relevée amont dans une partie vierge du gisement. Un essai de soutirage a été entrepris dans cette région où la couche se présente avec une ouverture de 28 m. L'originalité de la méthode consiste dans le groupage de deux tranches, le dépilage de la première disloquant la masse sus-jacente de charbon, dont la récupération devient facile au passage de la 2e tranche. Cet essai a donné des résultats satisfaisants : en plus des 6 m de puissance dépilés normalement par les 2 tailles 207 et 208, on a soutiré 72 % environ des 22 m de charbon restant. La réussite de cet essai conduit à une extension qui prolongera la vie du quartier de plus d'un an dans d'excellentes conditions de rentabilité.

C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. **C 21** Fiche n° **40.393**

E. STEPHANI. Das Schiessen auf Grossbohrloch in den Streckenvortrieben des Steinkohlen- und des Erzbergbaus. *Le tir de mines sur trou de forage de grand diamètre pour les creusements de voie dans les charbonnages et les mines métalliques.* — **Glückauf,** 1965, 28 avril, p. 357/363, 15 fig.

Les méthodes actuelles de creusement de galeries au rocher de petite section, ne donnent pas toujours entière satisfaction. Les profondeurs de

tir qu'on peut obtenir avec bouchon conique dépendent de la nature de la roche et de la section de la galerie. Les procédés avec trous de mines parallèles ne sont pas systématiquement et utilement applicables dans toutes les mines. Les essais effectués en République Fédérale d'Allemagne avec bouchon constitué par un trou de sonde de grand diamètre, par la « Société pour la promotion de la recherche en matière de techniques de forage et de tir » (G.F.B.S.) de Dortmund, visent à l'amélioration du procédé qui, en général sur le plan technique, est favorablement jugé. Jusqu'à ce jour, on invoquait, d'une manière prépondérante, pour récuser le trou de 150 à 225 m de diamètre, la consommation élevée de main-d'œuvre et le matériel coûteux que son creusement exigeait. Le but des recherches devrait dès lors être le forage d'un trou de diamètre moindre et en conséquence moins onéreux qui, néanmoins, serait suffisant à l'efficacité du tir. Les essais effectués dans un bouveau en direction ont montré que deux trous de sonde parallèles de 100 mm de diamètre, forés l'un dans l'autre, sont suffisants comme bouchons pour des volées de 3 m de profondeur, dans le cas du grès. Au cours des essais, on détermine également les distances des mines de dégraissage, la nature et les charges d'explosif, en vue d'obtenir les résultats optimaux. Les recherches qui s'occupent de la question de l'équipement de forage ne sont pas encore terminées. On s'attend à ce que soit mis au point un procédé qui permette, pour chaque creusement de bouveau, de choisir, soit la plus grande passe de tir possible (vitesse d'avancement), soit l'économie maximale (prix de revient/m minimal) qu'on peut réaliser avec l'équipe de bouveleurs existante et avec l'équipement technique dont on dispose.

IND. C 2210 Fiche n° 40.305

R. TEALE. The concept of specific energy in rock drilling. *Comment concevoir l'énergie spécifique en forage de roches.* — **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,** Vol. 2, 1964, 5 juillet, p. 57/73, 11 fig.

Le problème fondamental dans le travail en roche est la production de fragments hors d'un front d'attaque d'une paroi de la roche. Mécaniquement, cette opération ne peut être effectuée qu'en forçant un outil à pénétrer dans la surface de la roche, à la manière d'un « entailleur » semblable à celui couramment usité pour éprouver la dureté d'un solide. Depuis que s'est imposé le procédé de briser plutôt que de couper le massif de roche, en petits fragments de calibres assortis, on peut considérer ce mécanisme de rupture comme relevant essentiellement du broyage ou du concassage. Comme dans les procédés de broyage et de concassage, généralement les relations existant entre l'énergie et le volume abattu présentent un intérêt particulier. L'énergie spécifique définie comme la quantité d'énergie requise pour extraire un volume unitaire de roche est un paramètre utile en tel contexte; elle peut également être prise comme indice du rendement mécanique d'un procédé d'abattage de la roche. Dans les données de forage de bon nombre de sources, sa valeur minimale s'avère être grosso modo en corrélation avec la résistance au broyage ou au concassage d'un milieu solide dans leque s'opère le forage par voie, soit rotative, soit rotopercutante ou à l'aide de molettes à dents. Les implications de ce forage sont ici largement discutées.

IND. C 232 Fiche n° 40.295

E. EITZ. Untersuchungen über Fragen der Schussbeeinflussung bei Wetter-Springstoffen. *Recherches sur certains facteurs qui influencent le comportement du tir, avec explosifs antigrisouteux.* — **Nobel Hefte,** 1965, janvier-mars, p. 1/21, 9 fig.

Comme suite à une étude antérieure sur le comportement des explosifs de sécurité lorsqu'ils sont amorcés sous pression statique de gaz, cette communication donne un rapport sur les résultats d'essais effectués dans un mortier spécial comportant deux trous reliés entre eux, en amorçant systématiquement deux charges l'une après l'autre de sorte que la deuxième charge est soumise à une influence dynamique. Lorsqu'on tient constante l'énergie agissant sur la deuxième charge, les facteurs qui déterminent le comportement au point de vue « détonation » des explosifs utilisés sont l'intensité et la durée de la pression. En ce qui concerne le comportement au point de vue « déflagration », il dépend en premier lieu de la résistance du confinement de la deuxième charge ainsi que de l'addition, ou non, de matière combustible, par exemple, menu de charbon, à celle-ci. Les essais ont confirmé qu'on peut réduire de manière décisive le risque d'un coup de grisou ou de poussières qui pourrait être déclenché par une déflagration éventuelle, en utilisant un bourrage peu résistant et en appliquant des mesures appropriées pour empêcher du charbon plus ou moins fin de pénétrer dans les cartouches ou de se glisser entre deux cartouches voisines. (Résumé de l'auteur.)

IND. C 2359 Fiche n° 40.298

F. PRESTAR et H. BECKER. Das Tränkschiessen im Steinkohlenbergbau des Ruhrgebietes. *Le tir sous pression d'eau dans les charbonnages de la Ruhr.* — **Nobel Hefte,** 1965, janvier-mars, p. 45/64, 9 fig.

Après une description de l'équipement et des outils qui ont été mis au point pour l'application pratique du tir sous pression d'eau infusée, les

auteurs donnent un rapport sur l'emploi de cette méthode d'abattage dans les charbonnages de la Ruhr dans le cadre du règlement de l'Administration des Mines et des règles pratiques qui ont été établies dans ce domaine par les sociétés minières elles-mêmes. Ils font une étude analytique du procédé de tir sous pression d'eau infusée et le comparent avec d'autres méthodes qui ont également pour but de détendre systématiquement le charbon en place. Cette comparaison permet de tirer des conclusions en ce qui concerne la possibilité d'appliquer l'un ou l'autre des procédés de détente et d'abattage étudiés. Un chapitre spécial est réservé aux problèmes de la sécurité. (Résumé de l'auteur.)

IND. **C 4220** Fiche n° **40.306**

I. EVANS. The force required to cut coal with blunt wedges. *La force requise pour couper le charbon avec des taillants émoussés.* — **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,** Vol. 2, 1964, juillet, 12 p., 10 fig.

La théorie, déjà précédemment élaborée, sur la force requise pour couper le charbon avec des outils en coin aiguisés, est extrapolée dans la présente étude en vue de tenir compte de l'usure progressive du taillant. Comme dans cette précédente théorie, on admet que le charbon se rompt par traction le long d'un arc circulaire qui prend naissance à l'arête du coin. L'effet d'un taillant émoussé est d'imposer au charbon un effort de compression qui contrarie le développement de la surface de rupture par traction et qui augmente la force nécessitée pour l'engendrer. La théorie se trouve en parfaite concordance avec les résultats expérimentaux obtenus au cours d'autres essais. L'auteur prend en considération la force élevée de réaction exercée par le massif de charbon sur un outil émoussé; de plus, il expose quelques idées qui nécessitent un développement quantitatif quant à son origine.

IND. **C 4222** Fiche n° **40.242**

F. KEIENBURG. Der Einsatz des Reisshakenhobels. *La mise en œuvre du rabot-ancre.* — **Schlägel und Eisen,** 1965, avril, p. 221/223, 8 fig.

Description technique des parties constructives du rabot-ancre; principe, rôle et mode d'action de chacune d'elles. Comparaison avec le rabot classique de type standard quant au mode de guidage du rabot, à l'attaque du charbon, à l'encombrement en largeur, à l'aptitude à épouser les profils irréguliers, au capotage des deux bains de chaîne, etc. A noter que le système est apte à adopter les rabots spéciaux de différents types : type tandem, type à ailerons de guidage, etc. Avantages du rabot-ancre au point de vue effet utile, amélioration de la granulométrie, sécurité accrue et diminution de la fréquence des accidents. Quelques cas d'utilisation du rabot-ancre en RFA dans des gisements où en raison, soit de la pente, soit des irrégularités du profil, le rabot ordinaire n'était pas applicable.

IND. **C 4224** Fiche n° **40.417**

P. TAMO. Le scraper-rabot électrique à chaîne. — **Revue ACEC,** n° 1, 1965, p. 2/11, 16 fig.

Le scraper-rabot ACEC à chaîne est une machine mise au point avec la collaboration des exploitations belges, destinée à l'abattage mécanique dans les veines, même les moins exploitables par les moyens traditionnels. Après avoir exposé le principe de ce genre d'abattage, l'auteur en décrit les éléments constitutifs et notamment le treuil dont la puissance motrice peut atteindre 230 ch, la station de renvoi et les divers appareillages électriques de commande, de protection du moteur et de signalisation. Il termine par un aperçu sur les résultats pratiques obtenus.

IND. **C 4231** Fiche n° **40.240**

H. FAUSER. Entwicklung und Stand der Walzenschrämtechnik im westdeutschen Steinkohlenbergbau. *Développement et état actuel de la technique d'abattage par tambour haveur dans les charbonnages de la R.F.A.* — **Schlägel und Eisen,** 1965, avril, p. 210/219, 14 fig.

Depuis son introduction qui date déjà d'environ 13 années, la technique de l'abattage par machine à tambour a fait des progrès essentiels. Le procédé d'abattage original avec une course active de coupe et une course à vide pour le nettoyage se transforme au cours des dernières années en une activité de coupe dans les deux directions de marche; cette modification permit une augmentation substantielle du rendement d'abattage. La condition préalable requise pour l'application de ce procédé fut le développement de nouveaux types d'abatteuses-chargeuses à tambour et une construction appropriée des formes des tambours et des outils de coupe, ainsi que la création d'accessoires adéquats. Le présent article donne, au moyen d'une série de reproductions, un bref aperçu de l'évolution des abatteuses et décrit les formes de construction réalisées actuellement, lors de l'abattage coupant, dans les chargeuses à tambour, les tambours, ainsi que dans les outils de coupe et dans leur mode de fixation. Comme

récents dispositifs de chargement d'un genre nouveau, l'auteur décrit les rampes obliques et les socs de déblaiement. Il expose les mesures prises pour la lutte contre la formation et l'abattement des poussières et les solutions constructives appliquées pour amener l'eau aux éjecteurs des tambours. A l'aide d'un schéma de connexion et de couplage des blocs, l'auteur discute le principe du réglage Eicomatik du treuil hydraulique de halage et mentionne les versions récentes d'abatteuses-chargeuses à tambour pour le creusement des niches, montages larges et abattage en chambre sur front court.

IND. C 4231 Fiche n° 40.378

CHALES, REMY, CACHEUX et CROISILLE. Taille à soutènement marchant Somemi-Sahe et haveuse intégrale S 16. Réalisation de nouveaux progrès. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1965, avril, p. 301/319, 17 fig.

Le soutènement marchant Somemi-Sahe, type quiconce, a été introduit au siège 3 de Bruay en 1959. Jusqu'à ce jour, 13 tailles, dans 5 veines différentes, ont été équipées de ce soutènement, assurant une production supérieure à 1 million de tonnes, avec un rendement dépassant d'environ 70 % celui des autres chantiers. La production et le rendement de ces tailles ont été limités par des difficultés, soit de gisement, soit de matériel, soit d'organisation. Des études minutieuses ont permis de réduire quelques-unes de ces difficultés : dans la taille 57, des solutions ont été apportées aux 3 problèmes suivants : 1°) traitement des niches (creusement des niches de tête et de pied de taille, ripage des têtes motrices) ; 2°) réduction du temps du cycle machine (réduction du temps de nettoyage, diminution du temps de havage) ; 3°) améliorations apportées au soutènement marchant. La conjugaison des essais et améliorations décrits dans le présent article a permis d'obtenir des gains intéressants (4 % sur le rendement en m^2/hp et 33 % sur l'avancement journalier) et des renseignements utiles sur les progrès qui peuvent être faits, en particulier : a) groupement des pics sur le tambour, permettant de mieux utiliser la puissance disponible ; b) augmentation du pas de la machine et du soutènement, qui nécessiterait vraisemblablement une augmentation de la puissance de la machine (effort de traction) et une accélération de la vitesse du blindé.

IND. C 44 Fiche n° 40.412

J.K. WALKER. Further developments in advanced heading techniques. *Nouveaux progrès en techniques de traçages en avance.* — **Colliery Guardian,** 1965, 7 mai, p. 623/631, 12 fig.

Le creusement des galeries de traçages en avant du front de taille élimine la plupart des désavantages du bosseyement et du creusement des niches. Au charbonnage du Hucknall dans les Midlands, on a mis au point une technique, particulièrement avantageuse en couches minces, comportant l'emploi d'une installation de remblayage avec un combiné concasseur remblayeur Beien. Une autre installation, à Bramley Vale, comporte un combiné concasseur-remblayeur Bretby. Dans le premier de ces charbonnages, la couche a 0,75 m, bon mur et bon toit, les tailles ont de 200 à 250 m et sont exploitées par rabots. Le creusement de la galerie en avant de la taille utilise une chargeuse Joy qui déverse les déblais sur un convoyeur élévateur qui les transmet au concasseur-remblayeur, suivi du compresseur fournissant l'air comprimé à basse pression pour le remblayage ; un poste de commandes électriques avec transformateur complète l'installation. Les déblais sont envoyés au remblai de la taille. Les essais de ce matériel à la surface d'abord, au fond ensuite, sont décrits avec les observations recueillies, notamment concernant le contrôle des poussières et l'économie de personnel réalisée. L'installation du combiné Bretby au second charbonnage cité est analogue mais trop récente pour fournir une comparaison avec la première.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. D 1 Fiche n° 40.244

M.F. EL-KARAMANI. Ultraschallmessungen an Salzgesteinen unter axialem Druck zur Klärung des abweichenden Verhaltens des Salzes von der Idealelastizität und seiner Anisotropie. *Etude sur les phénomènes au sein des roches salines concernant l'élasticité et l'anisotropie constatée à l'aide d'ultra-sons sous pression axiale.* — **Bergbauwissenschaften,** n° 7-8, 1965, avril, p. 145/155, 22 fig.

L'auteur rapporte les résultats d'essais effectués en laboratoire au moyen des ultra-sons sur roches salines soumises à une compression axiale. On a constaté que les vitesses des ondes élastiques augmentaient avec la pression et tendaient vers une limite. En diminuant la pression, les vitesses s'affaiblissaient : le phénomène était irréversible. En répétant le processus, le phénomène fut réversible. On laissa la pression constante et on étudia la fonction de la vitesse par rapport au temps. Les résultats démontrent une anisotropie des roches qui est une fonction de l'histoire de celles-ci.

IND. D 2222 Fiche n° 39.239

O. JACOBI. Die Zunahme der Ausbrüche im Strebhangenden beim Unterbauen von Abbaukanten und

bei Randeinfluss durch benachbarten Abbau. *L'accroissement des chutes de toit lors du passage d'une taille sous d'anciennes bordures d'exploitation ou dans des zones influencées par les chantiers voisins.* — **Glückauf,** 1965, 28 avril, p. 564/568, 7 fig.

La pression en bordure des vieux travaux, des piliers et des massifs de protection de charbon se reconnaît, lors de l'exploitation des couches, à l'augmentation du nombre et de la grandeur des chutes de toit qu'on enregistre. Dans les quatre tailles qu'il observa, l'auteur mesura, par rapport à la normale, un accroissement du nombre de chutes de toit, variant de 2 à 13 fois selon la constitution du toit et de la situation du front de taille par rapport aux limites de massifs exploités. Vu que les bordures d'exploitation et les piliers résiduels ne peuvent être la plupart du temps évités, le soutènement de la taille doit dès lors être approprié à la tendance accrue du toit à s'ébouler. Une augmentation de la résistance propre du soutènement n'empêche pas la formation des multiples cassures en avant du front de taille. Le toit fracturé enclin à la chute prématurée doit, lors du déhouillement, comporter un découvert minimal et doit être pourvu le plus tôt possible de son soutènement.

IND. **D 231** Fiche n° **40.192**

N.G.W. COOK. A note on rockbursts considered as a problem of stability. *Note sur les coups de toit considérés comme un problème de stabilité.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** 1965, mars, p. 437/446, 5 fig.

La méthode classique d'essai pour mesurer la résistance à la compression d'échantillons de roches mérite le reproche de faire dépendre en partie la fracturation des caractéristiques du vérin qui produit la charge. Généralement ces essais ne fournissent aucune information sur le comportement non élastique des roches dures. C'est pour remédier à ce défaut qu'une hypothèse est mise en avant concernant ce comportement non élastique, lequel, intimement lié à la production des coups de charges (ou coups de toit), est considéré comme un problème de stabilité. Sur cette base, on peut interpréter et expliquer plusieurs observations concernant les coups de charges qui sont en désaccord avec la simple théorie. Dans son raisonnement, l'auteur fait intervenir la zone de fracturation qui s'étend plus ou moins loin de la zone effectivement excavée par l'exploitation. Cette zone de fracturation ne représente normalement, en étendue, qu'une partie assez faible de l'excavation, mais elle s'accroît de façon discontinue et parfois violente quand la limite de stabilité est atteinte.

IND. **D 32** Fiche n° **40.127II**

A. LATIN et D.A. SUTCLIFFE. Studies of the endurance and mode of fracture of mine support steels in cyclix bending. II. *Etudes de la résistance du mode de fracturation des aciers de soutènement de mines en flexion cyclique. II.* — **Colliery Engineering,** 1965, mai, p. 193/196, 3 fig.

Des résultats de nombreuses études du mode de rupture d'échantillons de rails ou profilés soumis à des essais répétés de flexion, échantillons en aciers divers, relaminés, traités thermiquement, etc., on tire les conclusions suivantes : la principale est que, pour les aciers servant au soutènement du toit, ceux au carbone-manganèse trempés et revenus présentent une résistance nettement supérieure à celle des aciers au carbone ordinaires. On indique les spécifications qu'il y a lieu de préciser dans les cahiers de charge les concernant. En général, les aciers les moins résistants aux flexions répétées sont les aciers les plus durs et les plus sensibles aux essais d'entaille. Il est peu utile de faire subir une normalisation périodique aux aciers d'entaille. Il est peu utile de faire subir une normalisation périodique aux aciers ayant servi au soutènement.

IND. **D 47** Fiche n° **40.307**

X. Schwerenentflammbare Hydraulikflüssigkeiten als Mittel zur Brandverhütung. *Liquides difficilement inflammables en tant que moyen de lutte préventive contre les incendies.* — **Bergfreiheit,** 1965, avril, p. 106/112, 4 fig.

L'auteur passe en revue les principaux liquides hydrauliques difficilement inflammables, les plus fréquemment utilisés actuellement dans l'industrie minière, entre autres pour les balances, les accouplements, les étançons, les moteurs hydrostatiques, etc. Ces liquides se classent conventionnellement comme suit : I) Liquides contenant de l'eau (ou genre Glycol) : Type HS-A : émulsions d'huile dans eau avec une teneur maximale en matière combustible de 20 %; Type HS-B : émulsions d'eau dans huile, avec une teneur maximale en matière combustible de 60 %; Type HS-C : solutions aqueuses avec au moins 40 % d'eau. II) Liquides hydrauliques difficilement inflammables ne contenant pas d'eau (généralement des esterphosphates du genre ε eusynthol). L'auteur expose les propriétés ainsi que les épreuves requises de la part d'un liquide hydraulique en ce qui concerne : 1°) la difficulté d'inflammation; 2°) la propagation des flammes; 3°) la toxicologie; 4°) la température d'écoulement en lame mince; 5°) les limites de viscosité; 6°) la tension de vapeur à 200 °C; 7°) la résistance tangentielle au cisaillement; 8°) la protection anticorrosive vis-à-vis

des métaux et alliages; 9°) l'inaltérabilité, résistance au vieillissement et maintien des propriétés; 10°) l'utilisation des organes d'étanchéité; 11°) la capacité de protection contre l'usure et propriétés lubrifiantes; 12°) l'aptitude à la formation de mousse; 13°) l'aptitude à être mélangé à d'autres liquides usuels; 14°) la teneur en cendres et dépôts; 15°) la tension superficielle.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 1312 Fiche n° **40.330**

M. WINKEL. Tragrollen für Gurtförderer - Entwicklung und heutiger Stand. *Galets porteurs pour convoyeurs à courroie - Historique et stade actuel de développement.* — **Fördern und Heben,** 1965, avril, p. 275/282, 34 fig.

Après avoir esquissé l'évolution historique des galets porteurs qui, à l'origine, étaient en bois et en fonte, l'article donne un aperçu systématique concernant le développement des galets de tous genres jusqu'à leur conception actuelle. Sont successivement passés en revue : 1°) galets de bande à roulement cylindrique à billes spécial; 2°) fixation des boîtes de roulement dans les galets; 3°) construction d'une seule pièce pour galets; 4°) coussinet à frottement en matière pressée pour galets de bande; 5°) parties du galet de bande en matière pressée; 6°) galet de bande complètement en matière plastique synthétique; 7°) galet de bande à double roulement à billes, celui-ci étant reporté à l'extérieur du galet; 8°) coussinet (portée de roulement) étanche à la poussière pour galet; 9°) protection du galet de bande par des gaines de protection; 10°) galet avec roulement reporté à l'intérieur et charge de pointe pour l'anneau extérieur; 11°) galet avec bourrage d'étanchéité axial; 12°) corps de galet élastique; 13°) exigences techniques requises des galets porteurs modernes de bande.

IND. E 444 Fiche n° **40.385**

J. STREBELLE. Les résultats de l'examen magnétique des câbles de mines. — **Mécanique Electricité,** n° 188, 1965, mai, p. 55/60, 8 fig.

Qu'il s'agisse de câbles de traction pour treuils, grues, appareils élévateurs ou transporteurs, le contrôle des câbles et par conséquent leur entretien posent des problèmes techniques. Il est en effet important de déterminer l'état des torons intérieurs car un câble peut a priori donner une excellente impression visuelle et présenter des écarts importants vis-à-vis des normes de sécurité. Seuls des moyens d'investigations électromagnétiques ou électroniques assurent une souplesse aux contrôles et une rapidité de détection avec certitude de déceler aisément les dégradations internes. Cette communication, qui traite du problème des examens magnétiques en relatant les travaux effectués sur des câbles de mines, s'adresse bien entendu à tous les types de câbles industriels usuels. (Résumé de l'auteur.)

IND. E 46 Fiche n° **40.314**

D.G. WOOLLEY. Interlocking for power-operated decking equipment. *Les verrouillages dans les équipements d'encagement mécanisés.* — **The Mining Electrical and Mechanical Engineer,** 1965, avril, p. 399/407, 10 fig.

Les opérations d'encagement et de décagement aux recettes et envoyages de puits d'extraction ne sont plus guère manuelles, mais en grande partie mécanisées et automatisées. L'automatisation, en liaison avec les opérations de la machine d'extraction, comporte, par raison de sécurité, des organes de verrouillages qui solidarisent les différents mécanismes utilisés. On choisit comme exemple caractéristique les installations du puits n° 1 des charbonnages de Cynheidre (Pays de Galles), puits de 7,20 m de diamètre, 731 m de profondeur, 2 niveaux d'extraction, guidonnage fixe : 2 guides pour contrepoids et 4 pour la cage, frontaux; cage à 3 étages, 4 wagonnets de 1.500 kg par étage; machine de 2.700 ch Koepe, automatique 4 câbles, montée sur tour. On décrit l'installation de la recette à la surface, et les particularités des équipements d'enclenchement des opérations dans les translations de personnel, au cours du contrôle manuel, de l'encagement automatique. L'équipement aux envoyages du fond est également analysé, en particulier les mécanismes d'enclencheur automatique assurant l'effacement des guides frontaux. Enfin, on examine les mesures prises pour la détection des défauts de fonctionnement éventuels et pour l'entretien du matériel.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. F 114 Fiche n° **40.310**

E. MUELLER. Vergrösserung der Wettermenge in der Sonderbewetterung durch Zusammenarbeit mehrerer Lüfter. *Augmentation du débit d'air dans la ventilation secondaire au moyen du travail en commun de plusieurs ventilateurs.* — **Bergbau,** 1965, avril, p. 96/101, 5 fig.

Suite aux modifications intervenues récemment dans les Règlements Miniers de la République fédérale concernant l'imposition de vitesses

d'aérage minimales du courant d'air dans les travaux souterrains en cul-de-sac, l'auteur expose les possibilités offertes par l'accroissement du nombre de ventilateurs auxiliaires en service sur une colonne unique de canars. Deux modes de couplage des ventilateurs sont disponibles : 1°) en série; 2°) en parallèle. Sur la base de courbes et de diagrammes caractéristiques de la marche des ventilateurs, d'une part, et de la résistance offerte à l'écoulement par les canars, d'autre part, l'auteur étudie : 1°) les solutions techniquement valables d'accroissement du débit d'aérage; 2°) les conditions et le champ d'application de telles combinaisons de ventilateur; 3°) l'économie comparée des solutions possibles.

IND. **F 130** Fiche n° **40.384**

J.S. SITARZ. Influence des singularités amont et aval sur les performances d'un ventilateur. — **Mécanique Electricité,** 1965, mai, p. 29/37, 4 fig., juin, p. 23/35, 12 fig.

Les performances des ventilateurs sont établies à partir de mesures faites dans des conditions idéales en stations d'essais ou au contraire sur le site où les incidents de parcours (coude, registre, etc.) abondent. Dans le premièr cas, les performances intrinsèques des ventilateurs sont calculées à l'aide de règles données par les normes avec une précision dépendant des méthodes de mesure et de calcul. On obtient ainsi les valeurs du débit, de la pression et du rendement qui peuvent différer d'une norme à l'autre, les définitions utilisées n'étant pas toujours les mêmes. Dans le deuxième cas, les ventilateurs étant introduits dans des circuits plus ou moins tourmentés, on peut se demander si leurs performances intrinsèques n'en sont pas affectées et si les mesures affectées à des emplacements comportant des longueurs droites trop courtes permettent de connaître avec une précision suffisante les performances des ventilateurs adaptés à leur circuit, performances qu'on peut supposer être différentes des performances intrinsèques bien qu'elles aient été calculées à partir des mêmes définitions. Avant d'exposer, dans la deuxième partie, les résultats obtenus par le Laboratoire d'Essais Spéciaux du Service de la Production Thermique d'Electricité de France, à la suite d'essais sur des ventilateurs fonctionnant sur des circuits particuliers, l'auteur rappelle, dans la première partie, les précautions à prendre dans toute étude de perte de charge dans un circuit comportant un ventilateur. Il indique d'abord la définition la plus générale de la perte de charge afin de montrer que les techniciens utilisent la forme la plus simplifiée de la relation de Bernoulli et sont tentés de l'étendre à des cas plus complexes, ce qui amène parfois de graves erreurs d'interprétation. Il indique aussi ce que sont les caractéristiques de fonctionnement puisqu'on ne peut concevoir l'étude d'un ventilateur sans leur connaissance. Comme on sera amené à comparer des essais effectués dans des conditions différentes ou avec des ventilateurs géométriquement semblables, il exposera brièvement les résultats de son expérience ou l'état d'avancement des études effectuées dans ce sens. Enfin, l'emplacement des prises de pression statique sur les parois d'un circuit tourmenté à une grande importance, selon l'expérience de l'auteur.

Dans la deuxième partie, l'auteur mentionne 3 exemples d'essais : 1°) un ventilateur hélicocentrifuge assez proche du type axial refoule dans un coude à 90° placé à différentes distances du ventilateur, puis dans le même coude à 90° suivi immédiatement par un autre coude à 90°; 2°) un ventilateur centrifuge refoule dans un diffuseur assez ouvert suivi d'un coude non aileté et aspire à travers un registre type persienne; 3°) un ventilateur centrifuge refoule dans un coude suivi de deux gaines parallèles et aspire l'air extérieur au travers d'un coude aileté.

IND. **F 20** Fiche n° **40.343**

K. PATTEISKY. Grubengas- und Schlagwetterkunde. Ein Handbuch für den praktischen Bergbaubetrieb. *La science du grisou et du gaz de mine. Manuel à l'usage des praticiens des mines.* — **Editions C. Th. Kartenberg,** Herne, 1963, décembre, 135 p., 132 fig.

L'auteur a voulu mettre à la disposition des gens du métier des mines souterraines de houille, de lignite, de minerais métalliques et de sel, un manuel pratique de la science du grisou et des autres gaz des mines. A dessein, il n'a pas voulu produire de développements mathématiques, physiques et chimiques, il se borne à ne citer que des directives et des indications bibliographiques permettant de recourir éventuellement aux bases théoriques de la question. Les 475 références d'auteurs qu'il cite soulignent à suffisance l'accroissement au cours des dernières décennies des connaissances concernant la genèse, le comportement et la lutte contre le grisou, toutes établies sur de nouvelles bases. Le présent ouvrage apporte en outre une synthèse récapitulative des expériences et des observations personnelles que l'auteur a pu faire au cours de sa longue carrière professionnelle tant dans sa propre sphère d'action, qu'en Allemagne et à l'étranger. La succession des chapitres développés est la suivante : A) Genèse et composition du grisou et des autres gaz de mines; conditions de gisement et modes de dégagement. B) Dégazage des roches comme conséquence des travaux d'exploitation. C) Degré de contrôle du gaz des terrains. D) Le captage du

grisou. E) Teneurs en grisou admissibles. Catégories de dangers. Causes d'inflammation. Explosion de gaz. F) Mesure des teneurs en gaz des mines. Grisoumétrie.

IND. F 21 Fiche n° 40.375

J. STUFFKEN. Beschouwingen over het economisch meest gunstige ontginningssysteem in een kolenmijn in verband met de mijngasbestrijding. *Considérations sur la méthode d'exploitation assurant l'économie optimale en ce qui concerne la lutte contre le grisou.* — Geologie en Mijnbouw, 1965, avril, p. 133/143, 12 fig.

L'article traite d'une étude entreprise en vue de déterminer quelle est la combinaison de la méthode d'exploitation et du système de ventilation capable de donner le coût de revient minimal rapporté à la tonne de production sous des conditions telles que le niveau de production de la longue taille est limité par le dégagement de méthane. Dans ces considérations, l'auteur tient compte des 3 facteurs indépendants ci-après : 1°) le coût du charbon à la tonne comme fonction de l'avancement journalier du front de taille; 2°) le volume de méthane dégagé par tonne de charbon produite; 3°) les possibilités de taille en ce qui concerne la fourniture du volume d'air nécessaire pour diluer suffisamment le gaz dégagé. Sur la base de ces données, l'auteur a développé un programme de calcul qui souvent permet de choisir le système préférable. Le choix se révèle fréquemment être une combinaison de la méthode d'exploitation retraitante avec ventilation descendante du front de taille.

IND. F 53 Fiche n° 40.410

J.W. WARREN. Supplemental coaling for deep-level ventilation. *Réfrigération additionnelle pour ventilation à niveau profond.* — Mining Congress Journal, 1965, avril, p. 34/38, 8 fig.

La mine de Butte de l'Anaconda Co dans le Montana, enregistre des températures qui atteignent 60 °C au niveau de 1.350 m et on a affaire à d'importantes venues d'eau acide. L'humidité réduit l'évaporation et, par conséquent, le refroidissement par la ventilation. Certaines galeries d'aérage ont jusqu'à 6.500 m de longueur et on doit recourir à des ventilateurs auxiliaires et à diverses mesures pour augmenter l'aérage : la puissance affectée à la ventilation atteint 10.000 ch; le revêtement des galeries d'aérage a été combiné de manière à offrir au courant d'air des surfaces lisses : revêtement de planches enduites de résine, tours de refroidissement de l'eau à la surface, installation de déshumidification de l'air, conditionnement et réfrigération de l'air. Dans les galeries on a fait un large emploi de mousse celluleuse pour revêtir les parois d'une couche isolante de 40 mm d'épaisseur qui réduit l'échange de chaleur entre les roches et l'air. On a préalablement renforcé la tenue des bancs de roches par boulonnage.

G. EPUISEMENT

IND. G 02 Fiche n° 40.361

M. GLAES. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Wasserzuflüsse im Saarbergbau. *Recherches sur la dépendance des venues d'eau dans les mines sarroises.* — Brochure, p. 103/114, 11 fig.

Il s'agit d'une étude de la dépendance des variations des volumes d'eau exhaurés des mines de houille de la Sarre vis-à-vis des précipitations atmosphériques. Le sommaire comporte les chapitres ci-après. 1) Coup d'œil d'ensemble sur les précipitations atmosphériques et les venues d'eau des mines en Sarre. 2) Dépendance des valeurs annuelles relevées : 21. Volumes totaux d'eau livrés annuellement par les mines sarroises. 22. Valeurs annuelles caractéristiques de quelques mines. 3) Appréciation numérique des volumes mensuels. 31. Moyennes mensuelles des précipitations atmosphériques et des venues d'eaux exhaurées des mines. 32. Influence de l'évaporation. 33. Etablissement d'une valeur approximative pour la dépendance des venues mensuelles. 34. Résultats des calculs approchés.

H. ENERGIE.

IND. H 403 Fiche n° 40.368

X. 1200 Megawatt automatisch gevoede Kolengestookte Centrale (« Vales point » centrale N.S.W. Australie). *Une centrale thermique automatique de 1200 MW alimentée au charbon (centrale « Vales point », Nouvelles Galles du Sud, Australie).* — Boortoren en Schachtwiel, 1965, avril, p. 61/65, 5 fig.

Brève monographie de cette centrale thermique moderne, alimentée au charbon pulvérisé. On présume qu'elle sera complètement terminée pour fin 1968; actuellement, 1 turbo-alternateur de 275 MW et 3 de 200 MW sont déjà en service. Les turbines sont alimentées avec de la vapeur sèche à 530 °C de surchauffe et sous pression de 150 atm. Les turbo-alternateurs sont réfrigérés à l'hydrogène. Chacune des chaudières associées aux unités de 200 MW est capable de consommer 75 t de charbon pulvérisé par heure, tandis que celle alimentant l'unité de 275 MW en consomme 120 t/h. Le charbon brut extrait de 3 mines voisines est amené dans les silos de la centrale par trans-

porteurs à bande, marchant automatiquement; les 3 bandes ensemble sont actuellement capables de fournir 1.700 t/h de charbon. On présume qu'en 1970, lorsque l'ensemble du projet sera réalisé, la centrale consommera 3 Mt par an. L'investissement prévu pour l'achèvement de ce complexe s'élève à 12 milliards de florins.

IND. H 403 Fiche n° 40.381

X. La centrale thermique de Courrières. — **Mines**, n° 115, 1965, p. 109/120, 5 fig.

Monographie de la plus récente des centrales thermiques des Houillères du Nord et du Pas-de-Calais. De telles centrales minières sont construites pour répondre à un triple but : 1°) consommer les produits secondaires des ateliers de préparation du charbon et donc de les valoriser; 2°) alimenter en énergie électrique les services de la mine et des usines annexes dans des conditions de sécurité maximale; 3) contribuer à la production nationale d'électricité. Cette centrale comporte deux tranches de 125 MW à surchauffe du cycle standard : pression de vapeur à l'admission de la turbine 127 bars, température de surchauffe et de resurchauffe 545 °C. Il est possible d'installer une tranche de 250 MW.

IND. H 522 Fiche n° 40.103

G. CLOERN. Silicon and ignitron rectifiers : maintenance and conversion. *Redresseurs au silicium et ignitron : entretien et conversion.* — **Coal Age**, 1965, février, p. 110/114.

L'article montre les besoins et les frais nécessités pour l'entretien journalier, hebdomadaire et annuel des redresseurs des types ignitron et au silicium au-dessus de 300 kW. Il détermine les méthodes de conversion des redresseurs du type ignitron en unités au silicium. Les deux types de redresseurs sont définis avec leurs exigences de fonctionnement, leurs caractéristiques de voltage. Un tableau résume les économies annuelles réalisées par la conversion des redresseurs du type ignitron en unités au silicium : elles se décomposent en économies d'énergie, de frais d'entretien et de tubes de remplacement. Au total, le chiffre des économies est à peu près proportionnel à celui des kilowatts pour 300, 400, 500 kW.

IND. H 7 Fiche n° 40.200

H. JONES. Fire resistant hydraulic fluids. Safety and operating advantages achieving results in actual use. *Les fluides hydrauliques ininflammables - leurs avantages pour les facilités d'emploi et la sécurité.* — **Coal Age**, 1965, mars, p. 109/110.

L'emploi de plus en plus étendu des mécanismes hydrauliques dans la mine impose la recherche de fluides ininflammables. Ceux-ci sont d'un prix double, en général, de celui de l'huile minérale ordinaire, mais on peut arriver à minimiser le surcroît de dépense par des améliorations d'installations et des services d'entretien. C'est ce qu'explique le présent article, tendant à prouver qu'il y a avantage à choisir une huile de qualité judicieusement appropriée et d'en surveiller l'emploi grâce à une organisation soignée aboutissant à une économie réelle.

IND. H 7 Fiche n° 40.389

F. ASHLEY. The utilization of oil hydraulic power and the hydraulic armoured face conveyor. *L'utilisation du groupe moto-pompe oléohydraulique et du convoyeur blindé de taille à commande hydaulique.* — **The Mining Engineer**, 1965, mai, p. 453/467 (y compris discussions), 6 fig.

L'article passe en revue les applications générales de l'énergie hydraulique, les considérations relatives à la conception et à la réalisation des mécanismes, les types de pompes et moteurs, leurs applications à certains équipements mécanisés de mines. Un chapitre spécial est consacré aux groupes moto-pompes et aux moteurs de convoyeurs blindés de taille et aux expériences et observations effectuées dans 15 installations dans le district n° 7 de la Division East Millands du N.C.B. Celles-ci montrèrent qu'une surveillance particulière devait être accordée à ces systèmes si on veut qu'ils maintiennent leur efficience.

IND. H 7 Fiche n° 40.391

R.F. LANSDOWN et H. MONKS. The contribution of the Central Engineering Establishment, National Coal Board, to hydrostatic transmissions at the coal-face. *Contribution du « Central Engineering Establishment » du National Coal Board, aux transmissions hydrostatiques au front de taille.* — **The Mining Engineer**, 1965, mai, p. 475/490 (y compris discussions), 5 fig.

Le C.E.E. qui depuis plus de 8 ans, en collaboration avec les constructeurs, s'occupe des transmissions hydrostatiques, a développé un équipement pour la commande hydraulique des convoyeurs blindés déplaçables de tailles et pour les transporteurs fixes de voies et qui se voit appliquer sur une échelle de plus en plus vaste. La plus récente innovation réside dans l'utilisation de moteurs hydrauliques sur les treuils de halage des abatteuses-chargeuses, installés extérieurement à celles-ci et dont plusieurs installations expérimentales sont actuellement en service. Parallèlement, on cherche à adapter un principe semblable pour le déplacement des rabots. Des travaux sont également en cours sur un équipement de commande hydraulique de tous les mouvements dans

les abatteuses-chargeuses et sur des groupes motopompes de grande puissance capables de suppléer à toutes les opérations multiples de la taille. D'autre part, des études, des recherches et des tests se poursuivent activement dans le but d'introduire les liquides non-inflammables le plus tôt possible dans la pratique. Les questions de rendement et de coût relatives aux transmissions hydrostatiques sont traitées dans la mesure où les informations disponibles en nombre limité le permettent.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES

IND. I 22 Fiche n° 40.372

R. PROFT et G. THIELE. Untersuchungen über Verbesserungen des Erfolges beim Feinabsieben von feuchtem Gut durch Anwendung von Induktionsbeheizung. *Recherches sur l'amélioration des résultats lors du criblage de matériau humide par utilisation du chauffage électrique du crible par induction.* — **Aachener Blätter für Aufbereiten-Verkoken-Brikettieren,** Heft 1/2, 1965, p. 37/80, 12 fig.

Dans un nombre considérable d'installations, l'aptitude au criblage s'est vue notablement améliorée et les rendements accrus d'une manière spectaculaire par l'application d'un traitement thermique par voie inductive, aboutissant à la diminution préalable de la teneur en humidité du matériau à cribler. Cependant jusqu'à ce jour, on ne relève dans la littérature que peu de publications qui, d'une manière concluante, ont discuté les principes, les conditions d'applications et les résultats de ce procédé. Des recherches effectuées dans une usine de produits en terre cuite ont permis à l'auteur de faire des observations et de formuler quelques conclusions pratiques. Dans le présent travail, il a cherché aussi bien à exposer brièvement quelques notions élémentaires à la base du chauffage inductif des toiles de cribles qu'à faire part des résultats techniques et économiques auxquels ont abouti des recherches personnelles en la matière.

IND. I 42 Fiche n° 40.371

W. MERGELSBERG. Der Einfluss einer Filter-Hilfsschicht auf den Erflog einer Schälschleuder bei der Entwässerung von Kohle-Flotationsbergen. *L'influence d'une couche auxiliaire de filtration sur les résultats d'une essoreuse à résonance lors de l'égouttage des terres de flottation du charbon.* — **Aachener Blätter für Aufbereiten-Verkoken-Brikettieren,** Heft 1/2, 1965, p. 21/35, 8 fig.

Les essais en vue de diminuer la teneur en humidité d'un schlamm terreux, résidu de flottation, en vue de l'amener à une concentration en matière solide de l'ordre de 540 g/litre, par traitement dans une essoreuse, avec et sans formation d'une couche auxiliaire filtrante de schlamm brut, ont montré que, avec une telle couche auxiliaire, il est possible d'abaisser la teneur finale en eau du produit à environ 2 %; de plus, dans certains cas, le pourcentage en matières solides dans le produit à la sortie se relève d'environ 2 % et la teneur en cendres du matériau essoré se situe à quelque 4 % en dessous de la valeur qu'elle aurait atteinte sans la formation d'une couche filtrante de schlamm brut. On note que le procédé étudié n'exorce cependant aucune influence appréciable sur le débit horaire de l'essoreuse. Malgré les avantages indéniables du procédé, on peut se demander si, en raison des dépenses supplémentaires que son application nécessite, il est judicieux, rationnel et économique d'y recourir dans les grosses installations industrielles existantes.

IND. I 340 Fiche n° 40.370

M. USTA. Magnetite-Verluste in Schwertrübescheidern für Steinkohle. *Pertes de magnétite dans les séparateurs à suspension dense pour charbons.* — **Aachener Blätter für Aufbereiten-Verkoken-Brikettieren,** Heft 1/2, 1965, p. 1/19, 3 fig.

Des communications orales ou écrites ne cessent d'affluer sur les consommations spécifiques en magnétite éminemment variables, relevées dans les installations de traitement du charbon brut en milieu dense. Les causes de pertes de magnétite ne sont que peu et imparfaitement connues. Le présent travail pallie cette lacune en publiant les résultats d'une recherche détaillée et précise qui découvre les sources effectives de dérangements et de perturbation; celles-ci surviennent, soit fortuitement et d'une manière passagère, soit se manifestent d'une façon permanente et continue sous des conditions de service déterminées. L'auteur indique les mesures appropriées qui peuvent généralement être prises dans le but si pas d'éliminer totalement ces pertes de magnétite, mais tout au moins de les réduire.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. J 313 Fiche n° 40.189

W. BECKMANN. Ein neues Verfahren zum Erfassen und Senken der Maschinenkosten unter Tage. *Nouvelle méthode en vue de détecter et d'abaisser les coûts de machine au fond.* — **Glückauf,** 1965, 14 avril, p. 512/520, 12 fig.

Dans les chantiers mécanisés, il s'impose d'exercer un contrôle rigoureux et strict du coût des machines et en particulier des dépenses d'entre-

tien et de maintien en état qui en constituent une part essentielle. La notion de maintien en état a été analysée, au cours des dernières années, selon ses aspects essentiels, à savoir : 1°) entretien préventif selon un plan concerté; 2°) entretien et surveillance en cours d'exploitation; 3°) réparations des pannes et incidents. Le présent article expose un moyen pratique en vue d'établir le montant des dépenses d'entretien classées selon les trois points de vue énumérés ci-dessus. Sur la base d'un exemple avec données numériques, il présente un procédé de calcul qui permet de déterminer la connexion entre le temps d'utilisation des organes mécaniques et les conditions de service auxquelles ceux-ci sont soumis. La connaissance de telles dépendances et relations revêt une importance primordiale entre autres pour l'établissement de la fréquence des cycles d'entretien systématique et préventif ainsi que pour la gestion du stock des pièces de rechange. Finalement, l'article décrit une installation comportant une calculatrice qui, par le traitement des données statistiques de base qu'on lui fournit, permet une détermination rapide et aisée des temps de service des différentes machines du fond.

P. MAIN D'OEUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. P 1222 Fiche n° **40.390**

W.H.N. CARTER. A review of the part of roof support in longwall mining in Great Britain. *Aperçu de la part prise par le soutènement du toit dans l'exploitation par longues tailles en Grande-Bretagne.* — **The Mining Engineer,** 1965, mai, p. 468/474.

Allocution prononcée par le président de « The Southern Counties Institute of Mining Engineers » lors de l'assemblée générale de cette association, tenue à Londres le 12 février 1965. Elle constitue une analyse, basée sur les statistiques d'accidents, du rôle joué par le soutènement et de la participation qu'il prend à la sécurité des tailles en Angleterre. L'exposé comporte le développement successif des points ci-après : 1) Retrospective du passé. 2) Relation entre le nombre d'accidents et l'accroissement de la production. 3) Accidents survenant dans les fronts dégagés, libres d'étançons : 31. Chutes de pierres de toit. 32. Absence de soutènement. 33. Présence de personnel. 34. Facteur humain. 4) Nécessités du présent. 5) Perspectives et tâches d'avenir. 6) Rôle de « The Southern Counties Institute ».

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. Q 110 Fiche n° **40.376**

P. VERRIER. Le travail en équipe et la recherche appliquée aux matériels du fond dans le Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1965, avril, p. 263/274 (y compris discussions).

Le service pour l'étude du matériel du fond a choisi pour sa méthode de travail de se tourner vers la collaboration avec les constructeurs ou les propres agents des mines du bassin. Comme but de son activité, le service s'applique notamment en ce qui concerne les plateures, à suivre de près les constatations de tous les jours, et à étudier les moyens d'éviter les chutes du toit dans les zones de porte-à-faux, dues à la durée excessive pendant laquelle il n'est pas soutenu. On était ainsi amené à imaginer une machine symétrique abattant et chargeant simultanément, liée à un soutènement ne laissant le découvert que pendant le passage de la machine. Les contraintes techniques imposées par la disposition du terrain pouvaient rendre onéreuse une telle réalisation. Il était nécessaire de calculer les conditions optimales permettant d'obtenir la fonction bénéfice maximum d'après les nombreux paramètres intervenant dans la vie d'un panneau. C'était un véritable problème de recherche opérationnelle qui a pu être mené à bien grâce à une société spécialisée. Il a permis de définir le panneau-type. Le service s'est aussi préoccupé d'adapter les étançons hydrauliques à la constitution des piles, pour raison d'économie et d'interchangeabilité. Des études sont en cours pour définir le meilleur couple de valeurs (charge de pose, charge de coulissement). Une étude de concasseur pour taille est aussi en train, liée à la préoccupation du dépoussiérage, ainsi que celle de méthodes de transport sans transbordement du carreau au point d'utilisation au fond.

IND. Q 110 Fiche n° **40.377**

J. DESROUSSEAUX. L'entreprise dans l'économie. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1965, avril, p. 275/299 (y compris discussions).

Sommaire : 1) Introduction : 11. Qu'est-ce que l'économie politique. 12. Limites du rôle de l'économie. 13. Expérience et théorie. 14. Motifs du développement de techniques économiques. 2. Les économistes dans l'entreprise. 21. L'ingénieur et l'économiste. 22. Articulation fonctionnelle. 3. Le critère du meilleur résultat financier. 31. Théorie de l'intérêt général. 32. Intérêt de l'entreprise. 33. Norme ou recherche du maximum. 34. Efficacité de la norme. 35. Court terme ou long terme. 36.

Les tableaux de bord. 37. Les charges des investissements. 4. Economie interne. 41. Production au moindre coût. 42. Utilisation des techniques économiques. 43. Importance d'une mise en équation correcte. 5. Economie sous influence externe. 51. Production variable. 52. Valorisation. 53. Les lois de contexte.

IND. Q 1132 Fiche n° 40.201

H.E. TAYLOR. Thin seam shearer installation at Snibston Colliery. *Installation de haveuse pour couche mince au Charbonnage de Snibston.* — **Colliery Guardian,** 1965, 9 avril, p. 493/498, 5 fig.

Le charbonnage de Snibston, Division d'Est Midlands du NCB, exploite une couche d'environ 0,75 m. Avant 1963, une machine Anderton dont le tambour a 0,80 m de diamètre et 0,50 m de largeur, 70 ch, coupait 10 cm dans le mur et il y a 5 cm de faux-toit. Le convoyeur blindé a 177 mm de hauteur, 2 moteurs électriques 60 ch, soutènement par barres articulées Groetschel et étançons hydrauliques Dobson. Foudroyage total avec piles Desford à la limite placées à 1,50 m d'intervalle et attachées au convoyeur par vérins Gullick. Niches havées à la machine sur 1.50 m, chargement à la main au convoyeur. Des difficultés éprouvées dans l'application de ce mode de mécanisation ont conduit à y apporter des changements : emploi d'une haveuse A.B. pour couches minces, commandée à distance, hauteur 0,30 m, vitesse de coupe 4,50 m à 6 m/minute; soutènement par étançons à double télescope UMM Westfalia; galeries de traçage aux extrémités de la taille poussées en avant avec la machine PK3 qui évacue les déblais, assure la ventilation et le soutènement, cette avancée des traçages dispensant du creusement des niches; bosseyement dans la voie intermédiaire par machine Miller; système de signalisation Winster avec signaux à 3 m d'intervalle, contrôle des circuits et haut-parleurs, remblayage d'une moitié environ dans la taille par les déblais des 3 bosseyements. L'article fournit tous les détails de cette organisation de la mécanisation d'une couche de 0,70 à 0,75 m. Les résultats ne pourront être publiés que dans quelque temps.

IND. Q 124 Fiche n° 40.286

J. LAMAZOU. Le développement et l'exploitation des gisements sous-marins. — **Annales des Mines (France),** 1965, avril, p. 51/66, 16 fig.

L'auteur rappelle d'abord que le développement d'un champ en mer implique des décisions difficilement modifiables par la suite, en particulier en ce qui concerne l'utilisation de plates-formes fixes ou mobiles, plates-formes à puits multiples ou à un seul puits. Il décrit les différents appareillages utilisés et met l'accent sur le caractère particulièrement délicat de la pose des canalisations. Les deux derniers chapitres sont consacrés aux techniques d'avenir et à des notions assez précises sur les investissements et les frais de fonctionnement. (Résumé de l'auteur.)

R. RECHERCHES. DOCUMENTATION.

IND. R 216 Fiche n° 38.416III

R. COEUILLET et R. ADAM. Compte rendu du voyage aux U.S.A. (avril-mai 1964). 4e Conférence Internationale sur le Contrôle des Terrains et la Mécanique des Roches. New York, 4-8 mai 1964. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1964, décembre, p. 1036/1053.

Condensé de ce qu'il a paru aux auteurs le plus intéressant de retenir sous l'angle « houillères ». La synthèse comprend les chapitres suivants inspirés des rapports présentés : 1. Etudes théoriques générales : études mathématiques ou physiques, rhéologie. 2. Essais de laboratoires : essais sur modèles réduits; essais sur échantillons; photoélasticité. 3. Mesures au fond de mouvements, déformations, pressions, charges, sismique. 4. Phénomènes dynamiques : coups de toit ou de mur, éboulements généralisés, D.I. 5. Soutènement et consolidation des voies. 6. Soutènement en taille : technologie, soutènement marchant — Résultats obtenus en exploitation. 7. Rapports nationaux; statistiques. La frontière entre ces divers domaines n'est pas toujours très précise, mais son tracé, parfois un peu arbitraire, facilite cependant cet essai de synthèse de l'auteur qui porta un jugement de valeur sur les études présentées.

Bibliographie

COLLIERY GUARDIAN. Guide to the coalfields 1965. Le Guide des bassins charbonniers pour 1965. Editeur « Industrial Newspapers Ltd. », John Adam House, 17/19, John Adam Street, Adelphi, London W.C.1. Reliure toile "13 x 19". 388 pages de texte, plus 127 pages d'annonces, 48 cartes.

Les cartes de ce guide en constituent l'élément essentiel. Il existe un dépliant très maniable pour chacune des divisions du National Coal Board, la carte géographique y relative porte un certain nombre de cadres parcellaires, tracés en rouge et numérotés, renvoyant à des clichés de détail à une échelle dix fois plus grande où les sièges sont reportés avec leurs noms et les voies d'accès.

On trouve en outre dans cet ouvrage de poche une liste des personnalités du Ministry of Power, ainsi que celle des inspecteurs des mines suivie de renseignements détaillés sur le personnel du N.C.B. et les associations qu'il patronne.

Des sections concernent l'organisation des œuvres sociales, le personnel des institutions et sociétés scientifiques, les collèges universitaires et techniques, le conseil des constructeurs de machines pour le fond, la Fédération des petites mines de Grande-Bretagne, le Conseil de l'Utilisation du Charbon, les associations professionnelles et autres relatives à l'industrie charbonnière. Le guide est bien répertorié ; on y trouve un index des personnes citées, un autre relatif aux mines, un index des mines indépendantes autorisées et un autre pour les propriétaires de ces mines. Un répertoire des auteurs d'annonces clôture le manuel. Ce petit guide s'avère très commode pour la visite des charbonnages britanniques.

A.N.R.T.. - Techniques modernes de broyage. Colloque A.N.R.T. (Association Nationale de la Recherche Technique) du 20 avril 1964 sous la présidence de M. H. LAFUMA. Editions Eyrolles et Gauthier-Villars, Paris, 1965. Volume 16 x 25, 144 pages, 69 fig. Prix : 29,80 FF.

Après les études de l'A.N.R.T. sur la broyabilité, qui ont comporté d'importants travaux de recherche et qui donnèrent lieu à la publication, en 1960, d'un ouvrage intitulé « Le problème du broyage et son évolution », plusieurs membres de l'A.N.R.T. ont eu à se pencher sur des problèmes de deux types :

— problèmes d'ordre fondamental, notamment rendement énergétique de broyage ;

— problèmes d'applications (technologie des broyeurs, broyage par vibrations et par jets, broyage autogène, emploi d'adjuvants, automatisation, broyage par attrition, séchage et broyage simultanés, broyeurs Acrofall, utilisation des cyclones, etc.).

Pour faire le point sur ces questions, un Colloque a été organisé par la Commission « Broyage et analyses granulométriques » de l'A.N.R.T., en liaison avec le groupe de travail Fragmentation de la Fédération européenne de Génie chimique (20 avril 1964), sous la présidence de M. Henri Lafuma.

Sept personnalités de la recherche et de l'industrie ont collaboré pour la rédaction de ce nouvel ouvrage qui apporte aux lecteurs les exposés et discussions de cet important colloque sur les techniques modernes de broyage.

Extrait de la table des matières.

I. — Limites du rendement de la fragmentation, par Albert Joisel, Directeur du Laboratoire du Centre d'Etudes et Recherches de l'Industrie des liants hydrauliques (CERILH).

II. — Répercussion de la recherche sur la technologie des appareils de fragmentation industrielle, par Edmond-Célestin Blanc, Directeur Technique et Commercial des Appareils Dragon.

III. — Le broyage par attrition et ses conséquences sur la structure des particules et la granulométrie pondérale des poudres. (Application aux produits organiques), par Jean-François Chupin, Directeur du Département Alimentaire de la Société Ultrafine.

IV. — Développement d'un sécheur-broyeur par la station expérimentale de Marienau, par Jacques Geoffroy, Ingénieur à la Station Expérimentale de Marienau du Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France (Cerchar).

V. — Influence de la charge d'un broyeur Acrofall sur la granulométrie des produits obtenus, par André Témoin, Ingénieur attaché à la Direction des Mines - Société Lorraine-Escaut.

VI. — Utilisation des hydrocyclones classificateurs dans les circuits de broyage des minerais, par Roger-Joseph Testut, Directeur Général des Laboratoires de Minerais et Métaux.

VII. — De l'importance de la finesse de mouture du clinker, par Michel Venuat, Chef du Service de Technologie au Centre d'Etudes et Recherches de l'Industrie des liants hydrauliques (CERILH).

Y. MULLER. Initiation à l'organisation et à la recherche opérationnelle. 2e édition revue et corrigée. Editions Eyrolles, Paris, 1965. Volume cartonné 16 x 25, 365 p., 154 fig.

La complexité des problèmes de production, de distribution, de transport ou d'administration, qui se posent aux ingénieurs de cette deuxième partie du XXe siècle, ne leur permet plus de se contenter de certaines méthodes empiriques ou d'une intuition sans preuve, pour les résoudre. Le succès sans cesse grandissant de la méthode scientifique dans l'analyse et la résolution de ces problèmes a eu pour conséquence une véritable reconversion des programmes d'enseignement dans les grandes Ecoles d'ingénieurs et un nécessaire recyclage des anciens élèves de ces écoles. Certains regretteront que les mathématiques appliquées s'insèrent de plus en plus dans l'analyse industrielle, d'autres seront inquiétés par la fréquence bientôt systématique de terminologie de l'algèbre moderne dans les articles et exposés concernant les aspects économiques de la gestion, et un grand nombre de personnes considèreront les méthodes de la recherche opérationnelle comme beaucoup trop compliquées.

Le grand mérite du présent ouvrage est justement de prouver que de telles inquiétudes et de tels regrets n'ont plus leur raison d'être, et ceci grâce à un exposé clair, synthétique, pédagogique et particulièrement stimulant pour l'imagination, comme les lecteurs le découvriront très rapidement dans ce nouveau livre.

Cet ouvrage est fait pour des ingénieurs et leurs collaborateurs ; il leur donnera une vue d'ensemble sur la façon utile et pratique d'appliquer les notions de la statistique, la théorie des probabilités et divers aspects des mathématiques nouvelles. Ce livre est illustré par de nombreux exemples bien choisis, ce qui rend sa lecture facile, mais les difficultés de certains sujets ne sont pas éludées, le lecteur est averti qu'il convient alors de prendre les précautions nécessaires et de consulter certains traités ou documents spécialisés.

Dans la première partie, le lecteur fera d'abord connaissance avec les moyens permettant de définir les structures et d'enclasser les données. Un rappel des notions fondamentales statistiques précède un chapitre important concernant les modèles. On passe ensuite aux aspects multiples, physiologiques et technologiques concernant les conditions d'exécution, manuelles ou automatiques, des travaux industriels ; les considérations économiques et sociales sont alors développées. Une notion synthétique importante, celle de « domaine d'une organisation », contribue beaucoup à la clarté des exposés et mérite d'être définitivement employée dans le langage des organisateurs. Dans la deuxième partie, les principaux modèles utilisés en recherche opérationnelle sont présentés : programmes linéaires, programmes d'affectation ou de flot, problème d'ordonnancement, phénomènes d'attente, phénomènes d'usure, problèmes de stocks ou de réapprovisionnement ; enfin, pour terminer, un court mais très intéressant exposé sur les principes fondamentaux de la théorie de la décision, amène aux réflexions qui apparaissent inévitablement lorsque l'on prend conscience de la complexité parfois insurmontable du choix d'un critère. Insistons encore sur ce point, chaque partie est illustrée par des exemples qui permettent de vérifier efficacement si l'on a bien compris les principes et les méthodes proposés.

Résultat d'un enseignement poursuivi par l'auteur, depuis plusieurs années à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, ce livre a subi les effets d'une grande expérience pédagogique confirmée par l'enthousiasme des élèves. D'autre part, les éléments de l'ouvrage ont été enseignés à de nombreux ingénieurs en activité professionnelle et participant à des cours organisés pour eux à Saint-Etienne sous le patronage du Comité d'Expansion du Département de la Loire et de l'Ecole des Mines ; auprès de ces auditeurs, le succès a été tout aussi complet.

S.R. KAPLAN. A guide to information sources in mining, minerals and geosciences. Guide d'information des sources en exploitation des mines, en minéraux et en sciences de la Terre. Editions John Wiley and Sons, Londres et New York, 1965, 15 septembre, in-8° cartonné, 599 p., 5 fig. Prix : £ 95.

L'objectif de l'éditeur du présent volume est de mettre à la disposition du public un guide aussi complet que possible embrassant le maximum de sources d'information dans les domaines d'activité ci-après : mines métalliques ou non, métaux, combustibles, minéraux, géologie, géophysique, prospection et recherches minières, etc., en résumé, toutes les sciences, pures et appliquées de la Terre.

L'ouvrage est réalisé à l'adresse des ingénieurs des mines, géologues, prospecteurs, compagnies de

recherches et d'exploitation minières, hommes de sciences et savants, professeurs, techniciens, étudiants, hommes d'affaires, importateurs et exportateurs, commerçants en minerais et métaux, spécialistes de la documentation et de l'information, collectionneurs, etc... en fait, à l'intention de quiconque cherche un guide ou une orientation dans le vaste domaine des connaissances de la Terre.

La nécessité d'un tel ouvrage se manifeste depuis longue date. Trop souvent les sources adéquates d'information se trouvent trop largement dispersées et l'existence de ces sources ne sont, en général, connues que de quelques spécialistes. De nouvelles découvertes de gisements minéraux dans des pays récemment soumis à l'exploration, des changements technologiques affectent constamment le développement futur des ressources naturelles mondiales. L'échange et la communication de ces nouveaux développements et des connaissances sans cesse croissantes peuvent dorénavant servir au mieux les intérêts des compagnies et des personnes engagées dans les domaines de l'exploitation minière et des sciences de la Terre.

L'auteur a essayé de mettre en relief les sources d'information courantes et continues. La désignation complète, l'adresse des organisations et des sources de publications ont été fournies en vue de permettre aux lecteurs éventuellement non familiarisés avec la langue et les noms étrangers d'entrer aisément en contact avec lesdites sources.

Le livre est divisé en deux parties. La première, intitulée « Organisations », publie une liste de plus de 1.000 titres d'organisations établies dans 142 pays, et qui comprend le libellé officiel et complet de l'organisation : adresse, numéro de téléphone, adresse télégraphique, description des objectifs poursuivis et fonctions, structure de l'organisation, divisions, départements et fonctions particulières de ceux-ci, agences, bureaux régionaux ou locaux avec leurs adresses, membres et publications.

Les entrées dans l'ouvrage sont classées selon d'importantes régions géographiques : International, Amérique du Nord, Amérique Centrale, Amérique du Sud, Europe, Afrique, Moyen-Orient, Asie et Océanie ; à l'intérieur de chacune de ces grandes entités géographiques, les nations particulières se trouvent classées par ordre alphabétique et, au sein de chacune d'elles, les organisations sont énumérées également par ordre alphabétique.

La deuxième partie, intitulée « Littérature », reproduit la liste de plus de 600 publications et périodiques largement répandus dans tout le monde ainsi que bulletins condensés, blibliographies, dictionnaires, répertoires, annuaires, guides, journeaux et autres publications de toute nature couvrant les domaines de la géographie, géologie, géophysique, géochimie, glaciologie, gemmologie, minéralogie, exploitation minière et métallurgique, océanographie, paléontologie, photogrammétrie, physique, sciences, seismologie, podologie, spéléologie, céramique, charbon, gaz naturel, fer, acier, pétrole... Chaque mention comporte le titre complet de la publication, adresse, année du premier numéro paru, fréquence des parutions est description des matières traitées. A l'intérieur de chaque discipline scientifique, les différentes publications se trouvent classées par grands continents géographiques ; dans chacun de ceux-ci, l'énumération s'opère par ordre alphabétique des nations ; dans chaque nation, les publications et périodiques subissent le même arrangement.

En vue de faciliter au lecteur la recherche et la localisation, deux index distincts, l'un pour les organisations, l'autre pour les sources de littérature, sont insérés à la fin de l'ouvrage.

METALLGESELLSCHAFT - AKTIENGESELLSCHAFT. Tableaux statistiques 1955-1964. Aluminium - Plomb - Cuivre - Zinc - Etain - Cadmium - Magnésium - Nickel - Mercure - Argent. 52e publication - Francfort-sur-le-Main. 1965. Relié toile 22 x 31 cm, 264 p.

En 1964, non seulement la production et la consommation des métaux non-ferreux ont atteint de nouveaux plafonds, mais encore les taux d'accroissement, de 8,9 % et 9,2 %, comparés à ceux de l'année précédente, ont largement dépassé les moyennes antérieures. La production des six principaux métaux non-ferreux : aluminium, plomb, cuivre, zinc, étain, nickel, y compris la récupération des déchets, est passée de 21,9 Mt en 1963 à 23,9 Mt en 1964, et la consommation qui était de 22 Mt est passée à 24 Mt. En 1963, la production correspondait approximativement à la consommation. En 1964, par contre, la consommation a considérablement dépassé la production. Il a donc fallu, pour couvrir les besoins, utiliser, en plus des stocks industriels déjà bien réduits, les réserves stratégiques des U.S.A. et d'autres pays.

L'augmentation anormale de la consommation des métaux repose essentiellement sur l'évolution très favorable de la conjoncture dans tous les grands centres de consommation, c'est-à-dire en Amérique du Nord, en Europe et au Japon. Aux Etats-Unis, la production industrielle a augmenté de 6,1 % par rapport à l'année précédente, au Canada de 8,5 % et au Japon de 16,9 %. L'indice total de la production industrielle a augmenté de 7,2 % dans les pays d'Europe, membres de l'O.C.D.E., mais dans la Communauté Economique Européenne qui en fait partie, cette augmentation n'a été que de 6,3 %. Cette différence s'explique par la stagnation de la production industrielle en Italie. Il se peut que l'augmentation exceptionnellement forte de la demande ait été aussi déclenchée, dans une certaine mesure, par le besoin des industries de transforma-

tion d'accroître leurs stocks. En 1965, la demande vigoureuse s'est maintenue jusqu'à présent et la détente ne se fait sentir que dans certains secteurs.

La conséquence de la demande excessive, autrement dit de la pénurie des approvisionnements, s'est traduite en 1964 par des augmentations extraordinaires des cours des quatre métaux cotés à la Bourse de Londres ; ces cours ont dépassé à certains moments les cotations les plus hautes atteintes précédemment.

Si les taux d'accroissement de la production des métaux non-ferreux n'ont pu s'accorder à ceux de la consommation, c'est essentiellement parce que les bas prix des métaux des années passées n'ont donné qu'une faible impulsion aux investissements de capitaux pour l'exploitation minière de ces métaux. Les taux d'accroissement de la production minière ont donc été encore plus faibles que ceux de la production des métaux finis. De 1962 à 1963, la production minière n'a augmenté que de 2 %, alors que la production des métaux finis a augmenté de 3,4 %. Cette situation a provoqué une pénurie de matières premières, qui s'est traduite pour les fonderies non intégrées par une baisse des frais de traitement dans les formules de prix en usage dans l'industrie métallurgique.

En 1964 également, les taux d'accroissement de la production minière, 4,5 % au total, ont été inférieurs à ceux de la production des fonderies et raffineries, qui ont atteint 6,5 %. Le développement de la production minière a été particulièrement insuffisant pour le plomb (diminution 0,5 %) en raison d'une grève de longue durée en Australie, et pour le cuivre (accroissement 3,3 %) dont la production a également été ralentie par des grèves. Par contre, la production minière de zinc est passée de 3,58 Mt en 1963 à 3,92 Mt en 1964, soit une augmentation de 9,4 %. C'est surtout au Canada que la production minière a augmenté, 44 % grâce à la mise en exploitation de nouvelles mines, si bien que ce pays occupe maintenant, avant les Etats-Unis, la première place du monde.

Une analyse de la production et de la consommation des métaux finis dans chaque région économique ne fait apparaître que des changements insignifiants dans chaque région par rapport à l'ensemble, c'est-à-dire que toutes les parties du monde ont participé de manière presque identique aux taux d'accroissement. Dans la C.E.C.A. il n'y a pas eu non plus de changements profonds. Ce n'est qu'en raison de la très forte augmentation de la consommation que les besoins n'ont pu être couverts qu'à 77,7 % en 1964 alors qu'ils l'avaient été à 80,8 % en 1963.

L'ouvrage, rédigé en français, comporte trois parties :

1) Tableaux, par minerai, de la production mondiale minière, métallurgique et de la consommation, avec résumé rétrospectif par continent.

2) Statistiques détaillées par pays pour les principaux métaux.

3) Variation des prix.

Ces revues annuelles statistiques importantes sont établies d'après les statistiques officielles des différents pays : Bureau of Mines, Washington ; American Bureau of Metal Statistics, New-York ; O.N.U. - O.E.C.E. ; British Bureau of Non-Ferrous Metal Statistics ; International Tin Council ; Société des Minerais et Métaux, etc...

Communiqués

THE INSTITUTION OF MINING AND METALLURGY. Etat des progrès réalisés dans la métallurgie extractive. Symposium de Londres 1967.

The Institution of Mining and Metallurgy se propose de tenir un Symposium à Londres, en avril 1967, sur les récents progrès réalisés dans le domaine de la production des métaux au départ des minerais et des résidus, toute industrie de façonnage ou de transformation de forme des métaux étant exclue ; il mettra l'accent sur la recherche et le développement associés aux nouveaux procédés et aux perfectionnements des méthodes et sur les sources de matières premières, nouvelles ou non conventionnelles, en y incluant les matériaux d'ordre secondaire. Les aspects économiques seront également soulignés.

Le comité d'organisation du Symposium a défini 5 chapitres dans lesquels seront réparties les communications. A titre d'indication, suit l'énumération de quelques-uns des thèmes et sujets classés par chapitres ; évidemment au stade actuel de la préparation, cette répartition n'a rien d'exclusif ni de définitif.

I. *Procédés pyrométallurgiques.*

Utilisation des températures et des pressions à leur valeur limite ; lits fluidisés et fixes ; atmosphères contrôlées, y compris enrichissement en oxygène ; métallurgie des halides (sels hallogènes) ; procédés de raffinage ; dissociation thermique.

II. *Procédés hydrométallurgiques.*

Lessivage et dissolution, y compris les actions bactériennes ; procédés de dissolution et de précipitation sous pression : extraction de solvant et méthodes d'échanges d'ions pour la récupération de métaux au départ de solutions, en particulier de solutions diluées.

III. *Electrométallurgie.*

Dépôts sur électrodes de sels fondus ; milieux aqueux et non aqueux ; raffinage électrolytique et réduction électrothermique.

IV. *Contrôle.*

Considérations fondamentales en matière de technique des méthodes, en ce qui concerne le contrôle des températures, pressions, composition, atmosphère, etc... ; instruments et appareils de mesure et de contrôle, y compris les analyses ; science appliquée (technologie) des systèmes.

V. *Généralités.*

Application des techniques de direction d'avant-garde aux opérations et aux problèmes métallurgiques ; aspects économiques des opérations, des méthodes de traitement et des sources de métaux.

Des circulaires détaillées seront envoyées avant la fin de l'année ; des renseignements complémentaires peuvent être obtenus au secrétariat de l'« Institution of Mining and Metallurgy », 44, Portland Place, Londres W.1.

ADMINISTRATION DES MINES

Service Géologique de Belgique

BULLETINS n° 7 - 8 - 9
(juillet à septembre 1965)

Sondages.

Fin septembre, le sondage de Grand-Halleux a atteint la profondeur de 2.960 m, il traverse depuis la profondeur de 2.360 m des phyllades noirs straticulés de quartzite.

Depuis les premiers jours d'octobre, le sondage de Grand-Halleux détient le record belge de la plus grande profondeur. A cette occasion, on trouvera ci-dessous la liste des sondages qui, en Belgique, ont dépassé la profondeur de 2.000 m.

Grand-Halleux	S.A. Foraky N.V.
Rosée	S.A. Belgian Shell N.V.
Turnhout	S.A. Foraky N.V.
Soumagne	S.A. Smet N.V.
Wépion	S.A. Foraky N.V.
Bolland	S.A. Foraky N.V.
Epinois	S.A. Smet N.V.
Paturages	S.A. Foraky N.V.
Soiron	S.A. Foraky N.V.

A la profondeur de 2.935 m, on a mesuré une température de 61° C par la méthode du thermomètre coupé, ce qui donne une augmentation moyenne de 1° par 57 m.

Le sondage de Bolland a atteint la profondeur de 2.224 m où il se trouve encore dans les roches du Dévonien inférieur.

Le sondage de Chaudfontaine, sous la faille de ce nom traversée à 152 m, a reconnu un anticlinal puis un synclinal constitués par les schistes et les calcaires du Frasnien supérieur. A 480 m, il progresse à travers les calcaires du Frasnien supérieur en allures de plateures à pied Sud.

Le sondage de Kallo traverse à 380 m de profondeur, le Landénien continental. Pour la première fois des Nummulites ont été recueillis dans des formations assimilables au Tongrien.

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Aardkundige Dienst van België

MEDEDELINGEN nr 7 - 8 - 9
(juli tot september 1965)

Boringen.

Einde september bereikte de boring van Grand-Halleux een diepte van 2.960 m, zij doorkruiste vanaf 2.380 m zwarte met kwartsiet gelaagde phylladen.

Vanaf de eerste dagen van october, is de boring te Grand-Halleux de Belgische rekordhoudster van de diepste boring. Bij deze gelegenheid kan men hieronder de lijst der boringen in België vinden, welke de 2.000 m overschrijden :

en cours - aan gang	2.970 m
1964	2.964 m
1953-1955	2.705,55 m
1956-1959	2.528,28 m
1953-1956	2.310 m
en cours - aan gang	2.224 m
1959-1960	2.009,11 m
1957	2.000,64 m
1958-1960	2.000 m

Op 2.935 m diepte werd een temperatuur van 61° C opgenomen volgens de methode van de doorgesneden thermometer, hetgeen een gemiddelde verhoging van 1° per 57 m geeft.

De boring te Boland bereikte een diepte van 2.224 m ; zij bevindt zich nog steeds in de gesteenten van het Onder-Devoon.

De boring te Chaudfontaine heeft, onder de breuk met dezelfde benaming, welke zij doorkruist op 152 m, een anticlinaal, dan een synclinaal teruggevonden, bestaande uit schiefer en kalksteen uit het Frasniaan met bijna horizontaallopende lagen aan de zuidelijke voet.

De boring te Kallo gaat op 380 m diepte door het continentaal Landeniaan. Voor de eerste maal werden Nummulieten gevonden in formaties die met het Tongriaan kunnen vergeleken worden.

Travaux.

Le Service a fait l'étude géologique détaillée des sites que la Belgique propose au CERN pour y établir un accélérateur à protons de 300 Gev. Dans les régions d'Anloy-Jehonville et de Bertrix-Recogne, la Compagnie Générale de Géophysique a réalisé une trentaine de kilomètres de profils sismiques réfraction. Quelques sondages peu profonds ont, en outre, été exécutés à Ochamps.

Une carte géologique détaillée de la plaine de Focant a été dressée et une douzaine de sondages ont été étudiés au point de vue de la stratigraphie et de la résistance des roches.

Publication.

La feuille 233 St-Vith-Schoenberg de la carte géologique au 25.000e levée par M. R. Legrand est sortie des presses de notre Institut Géographique Militaire ; elle est distribuée en ce moment.

Excursions.

Au cours de l'été, M. J.M. Graulich a dirigé deux journées à travers le Cambrien, organisées par l'American Geological Institute.

M. M. Gulinck a participé au Congrès que l'Association Internationale d'Hydrologie scientifique organisait du 14 au 25 septembre à Hanovre où on a discuté entre autres de l'élaboration d'une carte hydrogéologique de l'Europe.

M. R. Paepe a suivi les travaux du VIIme Congrès de l'Inqua qui se tenait du 13 août au 20 septembre aux Etats-Unis. A cette occasion, il a présenté un rapport de la sous-commission pour l'étude de la Stratigraphie du Loess en Europe à Lincoln (Nebraska) et deux notes à Boulder (Colorado) sur la stratigraphie du Loess en Belgique et sur l'évolution de la vallée du Nil (Soudan) durant le Quaternaire. Il a participé a une excursion géologique à travers la partie septentrionale des « Grandes Plaines » et à fait des séjours aux universités de Dallas (Texas), Ames (Iowa) et Chicago (Illinois).

Werken.

De plaatsen die België aan CERN voorstelde om er een cyclotron van 3 milliard electronen op te stellen, werden door de Aardkundige Dienst aan een omstandige aardkundige studie onderworpen. In de streken van Anloy-Jehonville en Bertrix-Recogne, heeft de Compagnie Générale de Géophysique een dertigtal kilometer seismische refractie profielen verwezenlijkt. Enkele ondiepe boringen werden bovendien te Ochamp uitgevoerd.

Er werd een gedetailleerde aardkundige kaart opgemaakt van de vlakte van Focant en een dozijn boringen werden bestudeerd uit het oogpunt van de stratigrafie en de weerstand van het gesteente.

Publicatie.

Het kaartblad 233 St-Vith-Schoenberg van de Aardkundige Kaart op 1/25.000e, opgenomen door de Heer R. Legrand, is zo pas gedrukt geworden in ons Militair Geografisch Instituut, en wordt op dit ogenblik uitgedeeld.

Excursies.

De Heer J.M. Graulich heeft tijdens de zomer twee uitstappen doorheen het Cambrium geleid, ingericht door het American Geological Institute.

De Heer M. Gulinck nam deel aan het Congres dat de Association Internationale d'Hydrologie Scientifique van 14 tot 25 september te Hanover inrichtte, waar er onder andere het plan overwogen werd om een hydrogeologische kaart van Europa uit te werken.

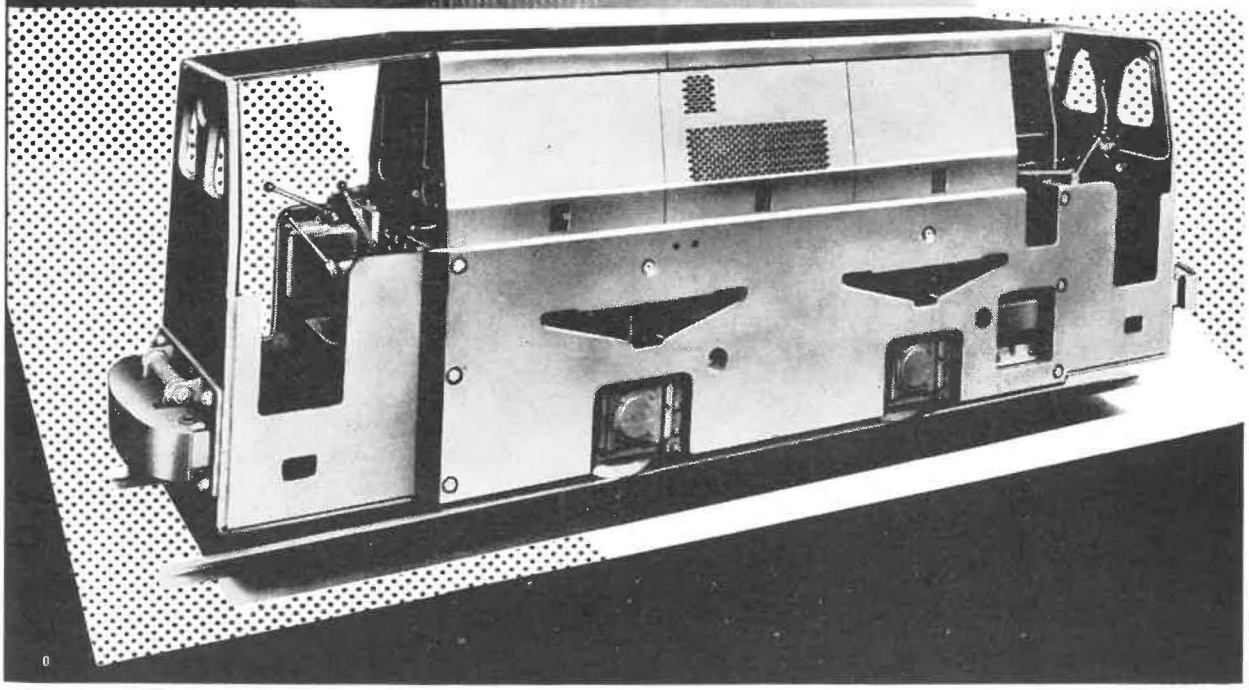
De Heer R. Paepe heeft van 13 augustus tot en met 20 september deelgenomen aan het VIIe Inqua Congres in de Verenigde Staten. Bij deze gelegenheid heeft hij een lezing gehouden over het verslag van de Europese Subcommissie voor de studie van de Loessstratigrafie te Lincoln (Nebraska) en twee voordrachten te Boulder (Colorado) over de Loesstratigrafie in België en de evolutie van de Nijlvallei (Soedan) tijdens het Kwartair. Hij volgde tevens een aardkundige excursie in het noordelijk gedeelte van de « Great Mountains » en kreeg de gelegenheid een bezoek te brengen aan de Universiteiten van Dallas (Texas), Ames (Iowa) en Chicago (Illinois).

DEUTZ

construit
des locotracteurs Diesel de mines de 9 à 90 CV. à transmission mécanique et hydraulique à un ou deux postes de conduite. Plus de 7000 locotracteurs DEUTZ de mines ont été fournis dans le monde entier.

HUMBOLDT

fournit toutes les installations spéciales de préparations et de traitements mécaniques de minerais et de charbons.



KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ

LOCORAIL 91, rue des Palais, Bruxelles 3 — Tél. 15.49.05 (5 lignes)

LES EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES, S.p.r.l.

sont à la disposition des auteurs pour l'édition, à des conditions très intéressantes de leurs mémoires et ouvrages divers.

rue Borrens, 37-41, Bruxelles 5
Téléphones : 48.27.84 - 47.38.52

Filtres à air comprimé, à eau, à gaz
« SCHUMACHER »

Filtres automatiques pour air conditionné
« OZONAIR »

Vannes à flotteur, purgeurs, vannes à commande pneumatique et électromagnétique, régulateurs de niveau
« SCHNEIDER & HELMECKE »

Anneaux Raschig et autres corps de remplissage en tous matériaux
« DR. F. RASCHIG »

Agents exclusifs :

S.A. « R. I. P. I. »

34a, avenue Bel Air - Bruxelles 18
Tél. 43.71.29

"MOLYDAL"

Bisulfure de Molybdène MoS^2

Tous les lubrifiants :
Huiles
Pâtes
Graisses
Poudres

Dégrippant au MoS^2

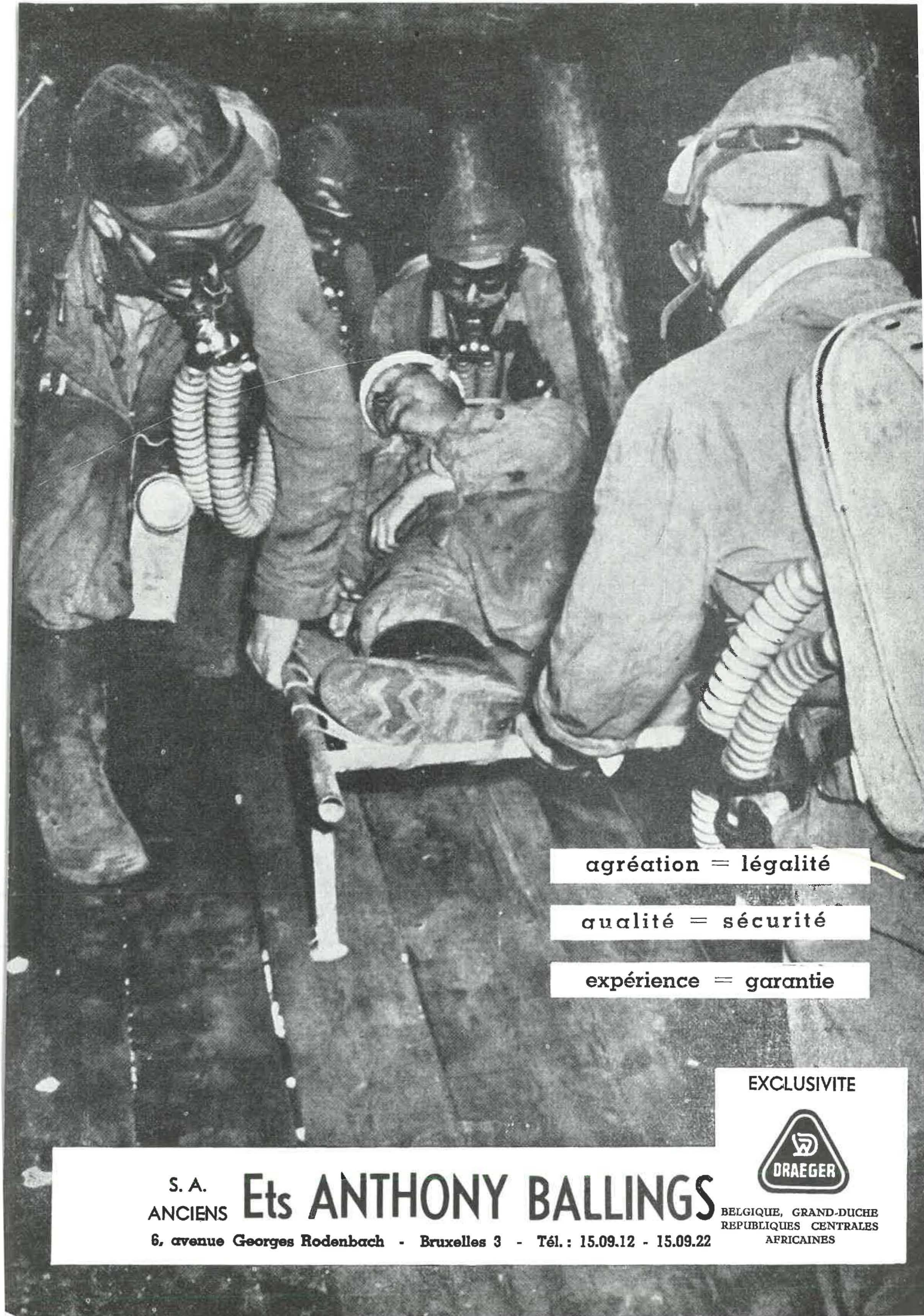
Tresses en Molyamiante

LUBRICANTS MOLYDAL MOLYBDENUM DISULPHIDE (MoS_2)

Agent exclusif :

Paul DEBERGH

54, rue du Tabellion
BRUXELLES 5
Tél. : (02) 37.54.22



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

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

ORGANE OFFICIEL

de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière et de l'Administration des Mines

Editeur : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
rue Borrens, 37-41, Bruxelles 5 - Tél. 47.38.52 - 48.27.84

NOTICE

Les « Annales des Mines de Belgique » paraissent mensuellement. En 1964, 1648 pages de texte, ainsi que de nombreuses planches hors-texte, ont été publiées.

L'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar) assume la direction et la rédaction de la revue. Celle-ci constitue un véritable instrument de travail pour une partie importante de l'industrie nationale en diffusant et en rendant assimilable une abondante documentation :

1) Des statistiques très récentes, relatives à la Belgique et aux pays voisins.

2) Des mémoires originaux consacrés à tous les problèmes des industries extractives, charbonnières, métallurgiques, chimiques et autres, dans leurs multiples aspects techniques, économiques, sociaux, statistiques, financiers.

3) Des rapports réguliers, et en principe annuels, établis par des personnalités compétentes, et relatifs à certaines grandes questions telles que la technique minière en général, la sécurité minière, l'hygiène des mines, l'évolution de la législation sociale, la statistique des mines, des carrières, de la métallurgie, des cokeries, des fabriques d'agglomérés pour la Belgique et les pays voisins, la situation de l'industrie minière dans le monde, etc.

4) Des traductions, résumés ou analyses d'articles tirés de revues étrangères.

5) Un index bibliographique résultant du dépouillement par Inichar de toutes les publications paraissant dans le monde et relatives à l'objet des Annales des Mines.

Chaque article est accompagné d'un bref résumé en français, néerlandais, allemand et anglais.

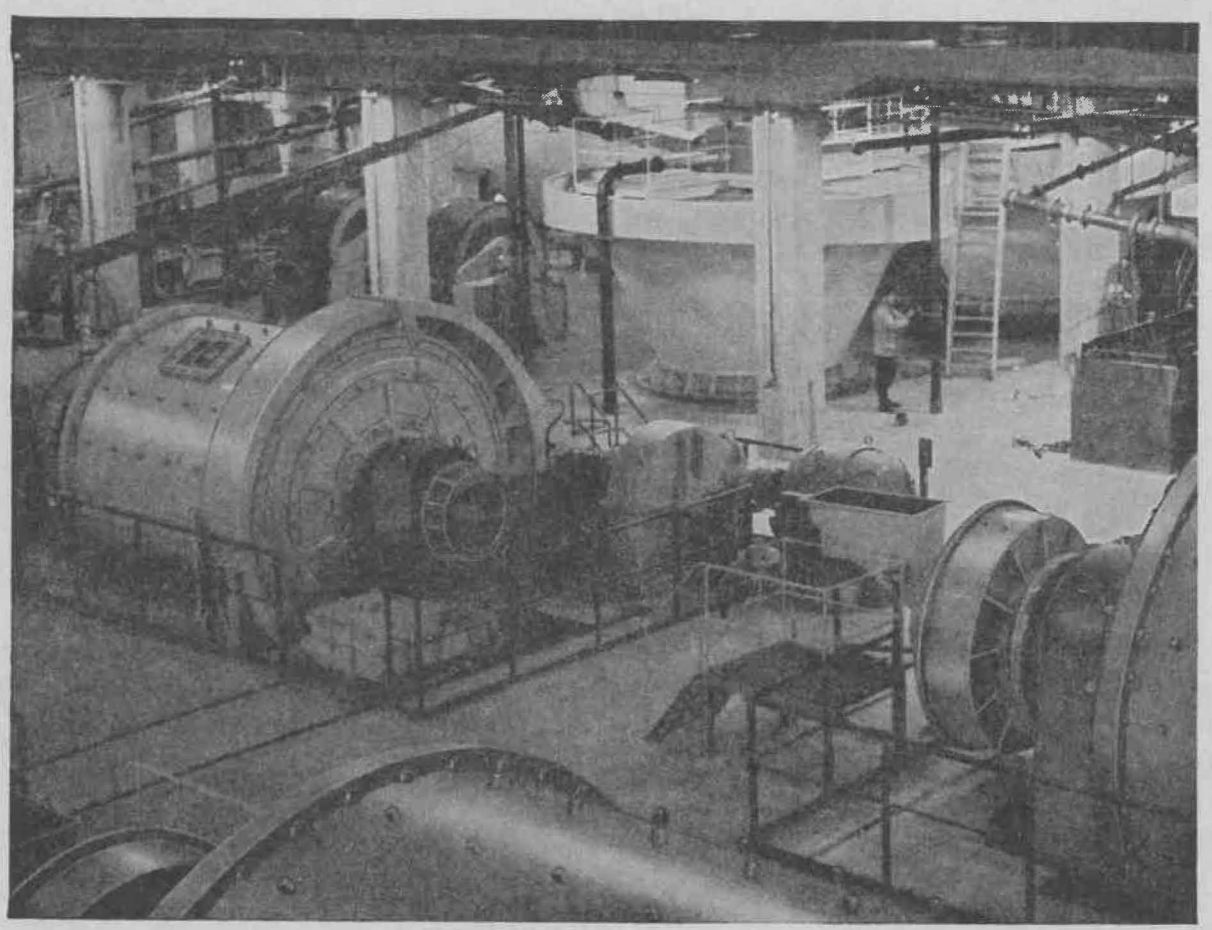
En outre, chaque abonné reçoit gratuitement un recueil intitulé « Administration et Jurisprudence » publiant en fascicules distincts rassemblés dans une farde cartonnée extensible, l'ensemble des lois, arrêtés, réglements, circulaires, décisions de commissions paritaires, de conférences nationales du travail ainsi que tous autres documents administratifs utiles à l'exploitant. Cette documentation est relative non seulement à l'industrie minière, mais aussi à la sidérurgie, à la métallurgie en général, aux cokeries, et à l'industrie des synthèses, carrières, électricité, gaz, pétrole, eaux et explosifs.

Les abonnés aux « Annales des Mines » peuvent recevoir **gratuitement** les Bulletins Techniques de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar) : « Mines », « Houille et Dérivés » et « Préparation des Minerais », Les demandes sont à adresser à Inichar, 7, boulevard Frère-Orban, Liège.

* * *

N.B. — *Pour s'abonner, il suffit de virer la somme de 600 francs (650 francs belges pour l'étranger) au compte de chèques postaux n° 1048.29 des Editions Techniques et Scientifiques, rue Borrens 37-41, à Bruxelles 5.*
Tous les abonnements partent du 1er janvier.

Tarifs de publicité et numéro spécimen gratuit sur demande.



Revêtement en caoutchouc des broyeurs

C'est un développement logique des applications du caoutchouc antiabrasion Trellex. En collaboration avec les sociétés minières des essais sont menées depuis de nombreuses années; la gravure représente l'extrémité de déchargement d'un broyeur à boulets revêtu de caoutchouc.

Il n'y a pas de différence notable de broyage entre un broyeur à blindage métallique et un broyeur à blindage caoutchouc; comme le broyage n'est pas affecté par la composition du revêtement, la capacité du broyeur reste inchangée. De l'emploi du caoutchouc il résulte: Une réduction du coût du revêtement par tonne de matériau broyé. Une longévité accrue. Une économie d'entretien. Un Temps de montage réduit. Une diminution de 75% du poids. Une absorption efficace des bruits.

Les revêtements en caoutchouc pour broyeurs sont une production Trelleborg pour l'industrie minière.

MINING WORLD BLUE RIBBON EQUIPMENT AWARD WORLD MINING

Pour le progrès technique de l'équipement de l'industrie minière dans le monde.

TRELLEBORG

TRELLEBORGS GUMMIFABRIKS AB • TRELLEBORG • SUEDE

-principal spécialiste en caoutchouc pour les mines et carrières

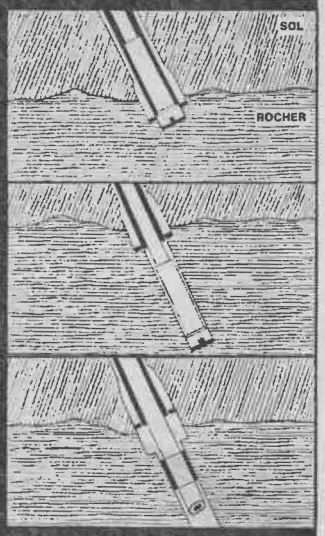
HUSQVARNA PRODUITS SUEDOIS S.A. - 13, RUE DE CANAL - BRUXELLES 1

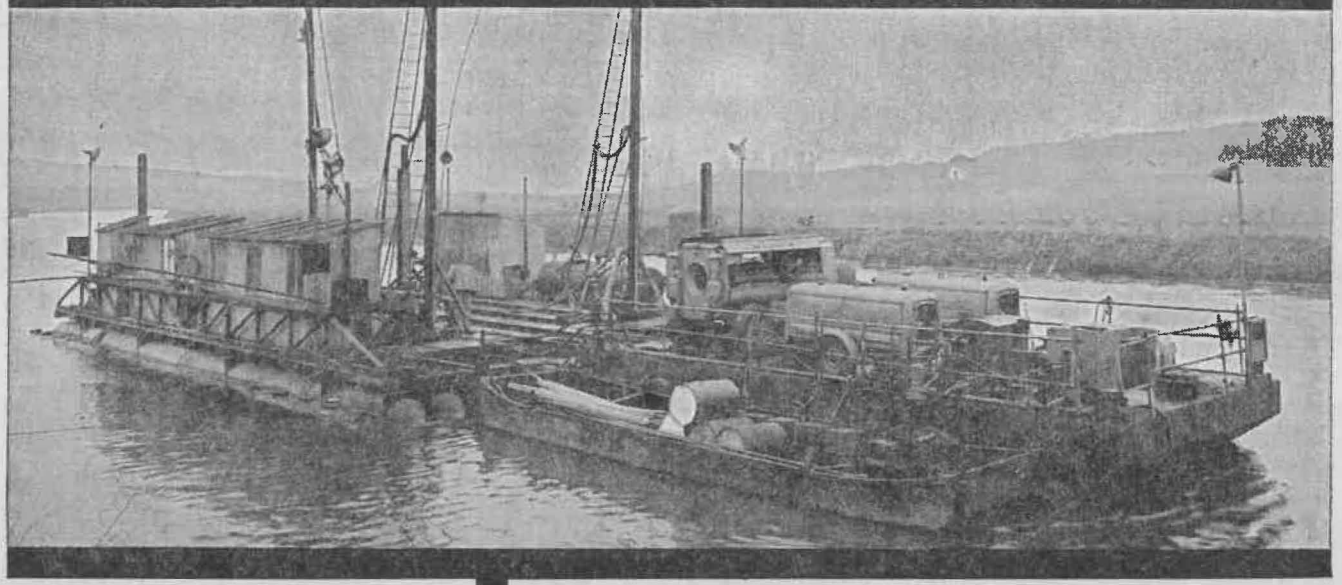
7198

MÉTHODE DE PERFORATION OD Atlas Copco

Perforation et minage du rocher à travers les terrains de recouvrement ou sous eau, grâce au perforateur ATLAS COPCO à rotation indépendante et à l'équipement spécial Sandvik-COROMANT.

Cette nouvelle technique est appliquée à l'approfondissement de la Sambre en Belgique.
Trois machines du type OD "Atlas Copco" sont équipées du perforateur BBE-41 et de glissières spéciales de 10 m. permettant le forage avec un train de tiges de 9 m. sans désassemblage.
Le tout est placé sur un ponton de perforation qui remorque le ponton de la station de compression. La perforation s'exécute avec injection centrale d'eau fournie par 2 pompes donnant 80 lit./min. à 12 kg/cm².
La moyenne de 100 forages par jour est réalisée.





Programme de vente de notre département "Mines et carrières" :

- Matériel de perforation
- Chargeuses pneumatiques
- Fleurets Sandvik-COROMANT
- Machines rotatives pour carottage
- Tuyauteries Alvenius.

Atlas Copco **Spécialistes de l'air comprimé.**

ATLAS COPCO BELGIUM s.a.
346, Chaussée de Bruxelles - Overijse
Tél. 02/57.76.40 (10 l.)

Agences régionales :
Antwerpen, Charleroi, Gent, Liège, Luxembourg

SWEDISH QUALITY

103 D

Imprimerie R. LOUIS, s.p.r.l., 37-41, rue Borrens, Bruxelles 5