

# Annales des Mines

DE BELGIQUE



# Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

P 1273



Direction - Rédaction :

**INSTITUT NATIONAL DE  
L'INDUSTRIE CHARBONNIERE**

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

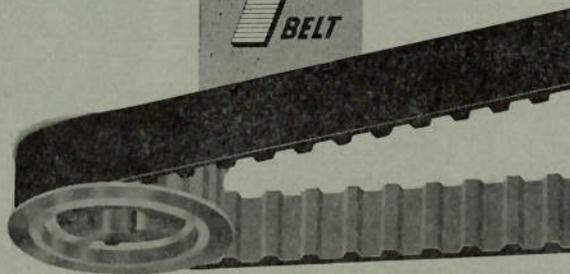
Directie - Redactie :

**NATIONAAL INSTITUUT VOOR  
DE STEENKOLENNIJVERHEID**

Renseignements statistiques. — E. Demelenne : L'I.N.M. et le boutefeü. — L. Coppens, W. Duhomeau, W. Fassotte : L'aptitude à l'oxydation des houilles. La température initiale d'inflammation. — G. Burton : Les laboratoires de préparation des charbons d'Inichar. — P. Dassargues : Mines de houille, année 1954 - Chronique des accidents. — Rapport d'activité du Centre national belge de Coordination des Centrales de Sauvetage, 1960. — Inichar : Revue de la littérature technique.

**US POWERGRIP**

**T  
BELT**



pour des transmissions  
sans glissement

b d

La courroie POWER GRIP T BELT de la US Englebert est une invention brevetée de la US Rubber.

Des milliers d'usines ont transformé leurs transmissions avec ce système bien plus pratique et avantageux. L'utilisation de cette courroie a permis d'augmenter fortement l'efficacité des mécanismes et des machines, et a donné naissance à de nouvelles applications surtout dans les équipements nouveaux.

Cette courroie permet un fonctionnement sans glissement, sans bruit, sans vibration, sans graissage, sans tension initiale, sans aucun entretien. Par conséquent, elle prolonge la vie des paliers et roulements. Nos Services Techniques se tiennent gratuitement à l'entière disposition des intéressés pour la documentation, l'étude, les conseils et le calcul de leurs transmissions.



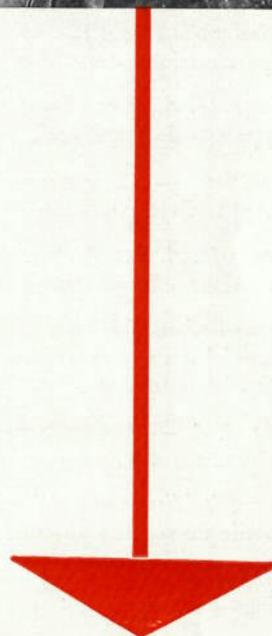
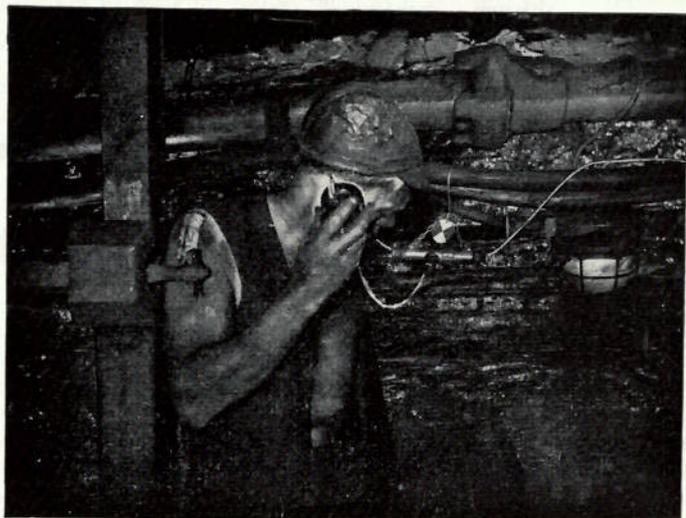
**Englebert**

1, rue des Vennes - Liège

Tél. 04 - 43.36.58

*Pour tous renseignements, sans engagement,  
adressez-vous au Service Industrie*

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



**TELEPHONE DE SECURITE INTRINSEQUE**



**S.P.R.L. LEOP. DEHEZ**

**97, Avenue Defré**

**BRUXELLES 18 - Tél. : 74.58.40**



# TABLE DES ANNONCES

<i>A.C.E.C. (Ateliers de Constructions électriques de Charleroi).</i> — Traction électrique dans les mines . . . . .	XI	<i>Rubber Improvement Ltd.</i> — Courroies transporteuses . . . . .	III
<i>A.S.E.A.</i> — Treuils de mine . . . . .	4 <sup>e</sup> couv.	<i>Sécoma.</i> — Matériel d'exploitations minières	V
<i>Atlas Copco (Belgique, S.A.)</i> — Les compresseurs d'air VT . . . . .	IV	<i>Sédis (Distributeur : Ets Vermeire à Verriers).</i> — Chaînes à haute résistance . . . . .	IX
<i>Auxiliaire des Mines (Compagnie).</i> — Eclairage électrique des mines . . . . .	XVII	<i>Smet, S.A.</i> — Forage et puits pour le captage des eaux . . . . .	II
<i>Ballings (S. A. Anc. Etabl. Anthony).</i> — Appareils de sauvetage . . . . .	X	<i>Vieille-Montagne (Société des Mines et Fonderies de zinc de la).</i> — Zinc, plomb, silicium, germanium, étain, cadmium, argent . . . . .	XII
<i>Berry (Ets).</i> — Locomotives - Ventilateurs - Appareils d'épuration . . . . .	XVII		
<i>Brasseur (S. A. des Ateliers F.).</i> — Treuils de halage - Ravanceurs - Moteurs . . . . .	IV		
<i>Conreur-Ledent (Ateliers de Raismes).</i> — Matériel d'agglomération - Presses à boulets - Manutention . . . . .	XII		
<i>Cribla, S. A.</i> — Appareils de manutention - Préparation - Entreprises générales . . . . .	XIV		
<i>Dehez (Etablissements Léopold).</i> — Téléphonie de sécurité au fond . . . . .	I		
<i>Destiné (S.A. Ets H.F.)</i> — Matériel de mines « Victor » . . . . .	IV		
<i>Dragon, S.A.</i> — Concasseurs - broyeurs - cribles . . . . .	VII		
<i>Electronique et Automatisme (Sté d').</i> — Matériel téléphonique et de signalisation	XV		
<i>Englebert.</i> — T BELT - US Power Grip . . . . .	2 <sup>e</sup> couv.		
<i>Franki (S.A. des Pieux).</i> . . . . .	VI		
<i>G.H.H. (Gutehoffnungshütte - S.A. Sabemil).</i> — Etudes et réalisations de sièges d'extraction . . . . .	XIII		
<i>Imperial Chemical Industries (Belgium) S.A.</i> — « Sedomax F », nouvel agent de floculation du type polyélectrolyte . . . . .	VIII		
<i>Locorail.</i> — Locotracteurs diesel - hydrauliques . . . . .	XIV		
<i>Prat-Daniel (Société belge).</i> — Dépoussiéreur « Tubix » à tubes cyclones . . . . .	XVI		

7094



Forages jusqu' à  
2.500 m  
Puits pour le  
captage d'eau  
Rabattement de la  
nappe aquifère  
Boringen tot  
2500 m  
Waterputten  
Droogzuigenen



DESSEL  
TEL. 014-373.71 (5 L)

# GREEN BOND

La meilleure courroie transporteuse pour les conditions les plus mauvaises.

La meilleure courroie transporteuse pour **toutes** conditions.

Fabriquée par les pionniers des courroies multipliées résistant au feu.

## GREEN BOND

Combine les avantages du p.v.c. à ceux du térylène, donnant une plus grande force par toron que n'importe quelle autre courroie multipliée de poids équivalent; une plus grande flexibilité et une durée de service plus longue.

La trame de construction des torons est unique : elle comprend des anti-déchirures réduisant l'incidence des déchirures longitudinales et assurant toutes facilités d'alimentation. A recueilli l'entière approbation du British National Coal Board, de l'Inspection des Mines des Indes, de l'Institut National Belge de l'Industrie Charbonnière et du Ministère des Mines des U.S.A. où elle fut cataloguée comme résistant à des flammes 28-28.

## GREEN STAR 95

Cette courroie de première qualité est fabriquée d'une toile tissée spécialement avec fil de Nylon et doublée d'un coton U.S. de première qualité piqué sur la chaîne et sur la trame. Ceci donne une immense résistance à la tension et une exceptionnelle résistance aux déchirures et aux chocs. Les torons sont attachés au moyen d'un composé p.v.c. spécial et les tapis sont fabriqués d'un p.v.c. d'abrasion résistant.

Demandez **AUJOURD'HUI**  
des détails techniques concernant :

A.M.B. I.

- GREEN BOND BELTING
- GREEN STAR BELTING

NOM .....

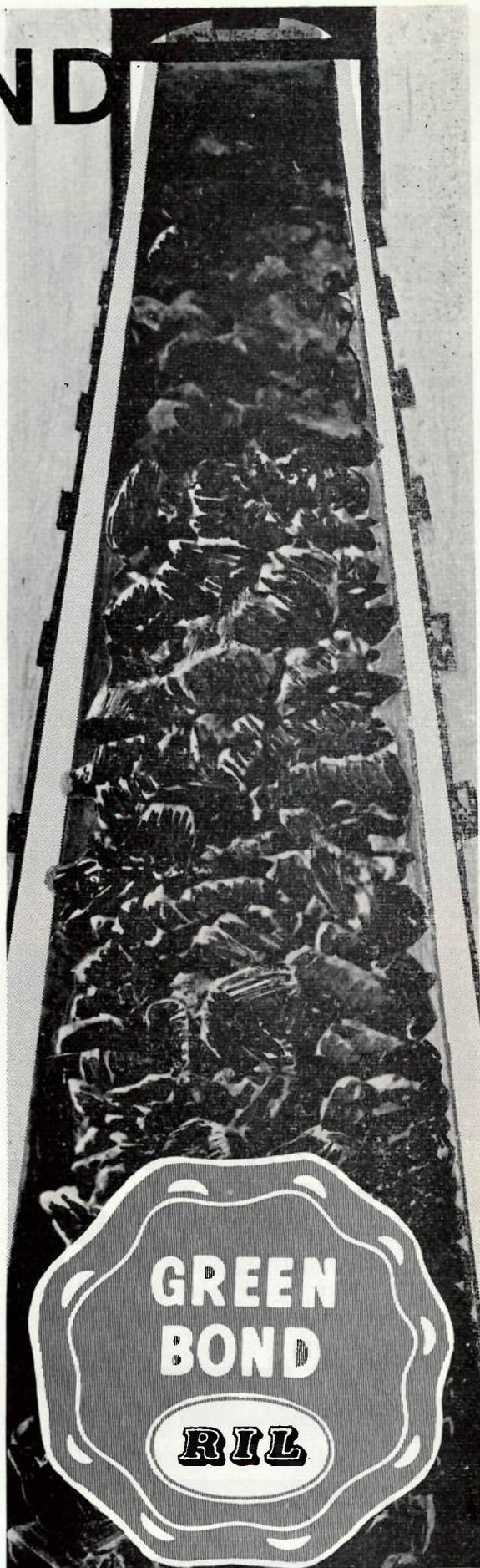
SOCIETE .....

ADRESSE .....

**RUBBER IMPROVEMENT LTD.,**

Rilex Works, Wellingborough, Northants (Grande-Bretagne).  
ou PROCHAR, 27, rue Saint-Jean, Anderlues, Belgique.

Tél. : (07) 52.31.42 - 52.39.68



**GREEN  
BOND**

**RIL**

# Atlas Copco

## LES COMPRESSEURS D'AIR VT

Plus petits. — Plus légers. — Plus puissants.



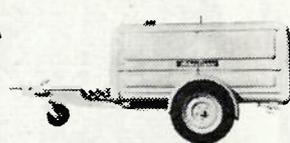
**VT 3**

Poids 990 kg. pour 3,2 m<sup>3</sup>/min.  
selon DIN 1945 et 1952.



**VT 4**

Poids 1.050 kg. pour 4,5 m<sup>3</sup>/min.  
selon DIN 1945 et 1952.



**VT 5**

Poids 1.315 kg. pour 6,4 m<sup>3</sup>/min.  
selon DIN 1945 et 1952.



**VT 6**

Poids 1.630 kg. pour 8,9 m<sup>3</sup>/min.  
selon DIN 1945 et 1952.

Utilisez notre service **LOCATION-COMPRESSEURS ET OUTILLAGE PNEUMATIQUE.**

Vous serez toujours certains d'avoir sur vos chantiers un matériel **SUR, ROBUSTE, ECONOMIQUE** avec garantie.

Vente Location **Atlas Copco** Belgique S. A.

44-46, chaussée d'Anvers, Bruxelles 1. Tél. (02) 18.45.45  
Services régionaux : Anvers, Charleroi, Liège, Ettelbrück (Gr.-D.)

Société Anonyme des Ateliers

# F. BRASSEUR

S. A. au capital de 2.400.000 N.F.

184, avenue de Liège  
VALENCIENNES

Tél. : 46.43.47 (Nord) FRANCE

×

**TREUILS de HALAGE**  
et de  
**RACLAGE**

toutes puissances

**RAVANCEURS - POUSSEURS**  
hydro-électriques

**MOTEURS**  
à air comprimé  
de 0,5 à 60 cv.

×

**MATERIELS BREVETES ET STANDARDISES**

## LE MATERIEL DE MINES VICTOR

WALLSEND-ON-TYNE

×

Perforatrices rotatives électriques ou à air comprimé, pour charbon et roches  
à avancement automatique,  
à avancement mécanique,  
à pousser à la main.

Taillants et Fleurets.

Extracteurs et Purgeurs d'eau.  
Robinets et Filtres d'air.

Coffrets de chantier et  
Transformateurs d'éclairage antidéflagrants.

Equipements d'éclairage et de signalisation  
antidéflagrants pour tailles et voies.

Prise de courant  
et Prolongateurs antidéflagrants.

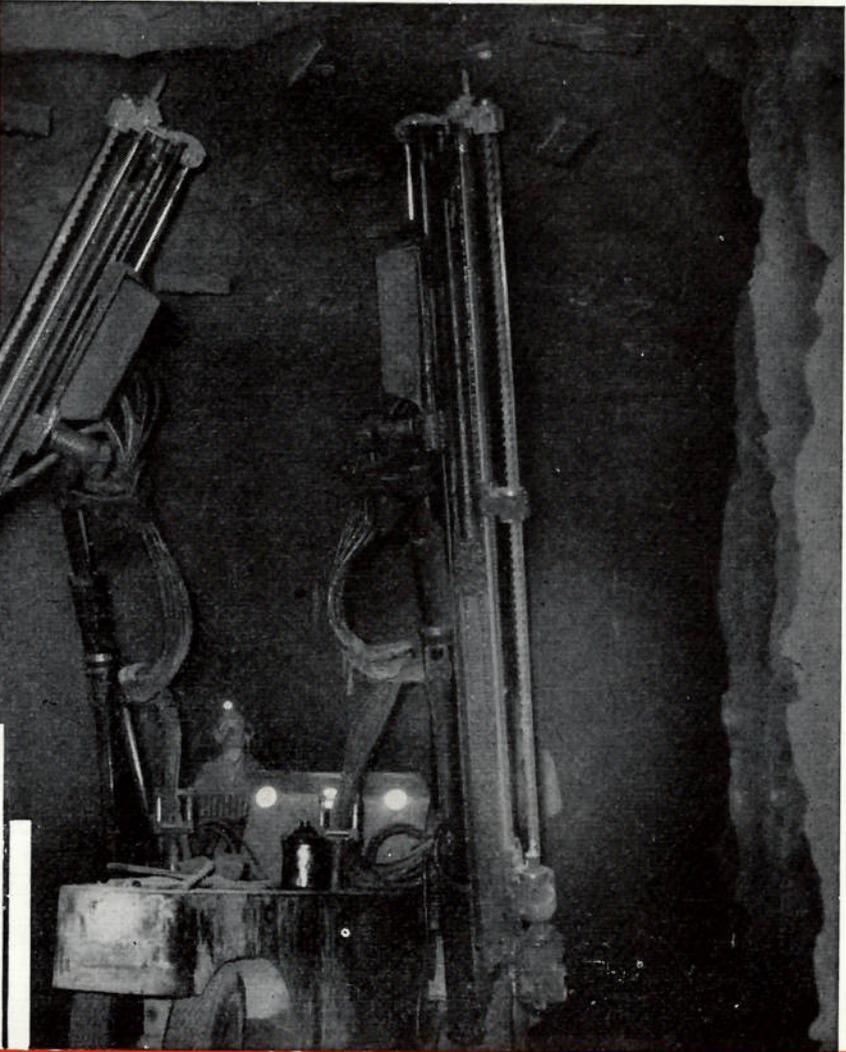
AGENTS GENERAUX :

**Etablissements H. F. DESTINE, S. A.**  
33, rue de la Vallée, Bruxelles - Tél. 47.25.32

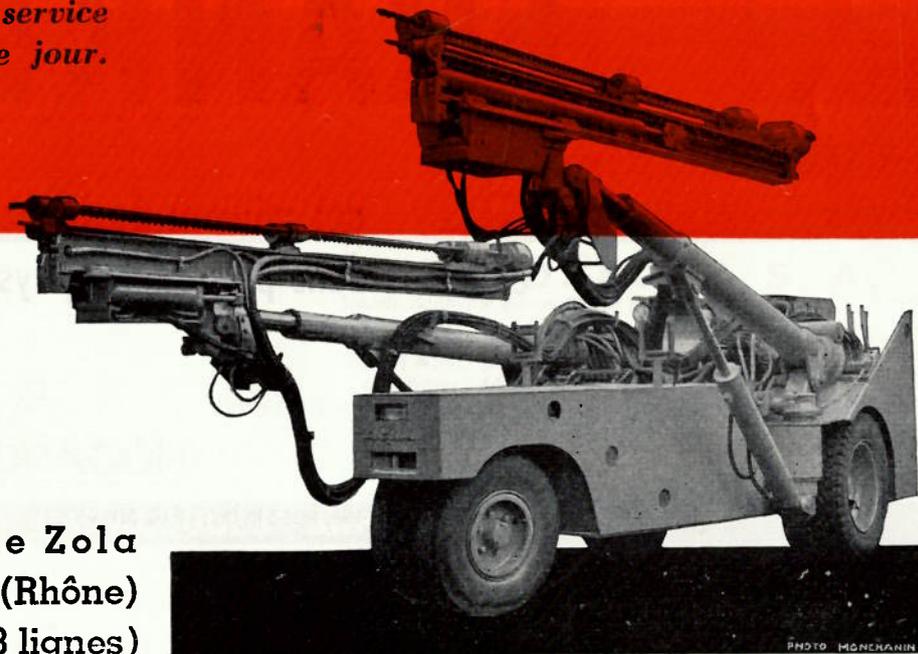
# SECOMA

PHOTO HUSQUES

Jumbo hydraulique sur pneus avec foreuses hydrauliques sur glissières à longue course pour abatage et boulonnage dans une mine de fer lorraine.



*550 appareils en service  
à ce jour.*

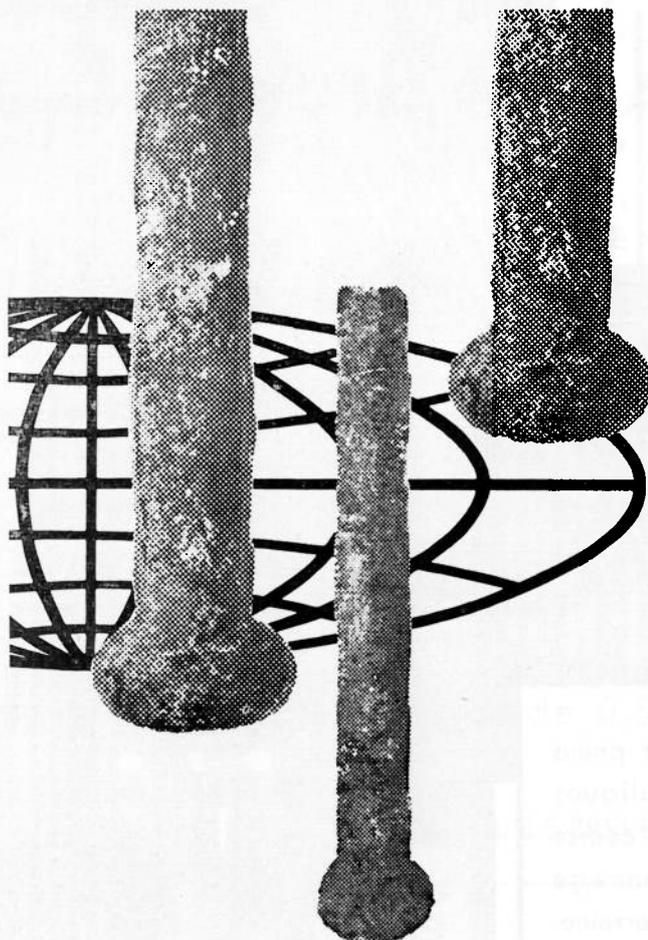


274 cours Emile Zola  
VILLEURBANNE (Rhône)  
Tél. : 84-74-01 (3 lignes)

PHOTO MONTMANN

SECOMA, Agence PARIS et EXPORTATION, 89, rue Faubourg St-Honoré, PARIS 8<sup>e</sup>  
Tél. : BALZAC 38.05 (3 lignes groupées)

V



# FRANKI

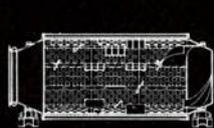
des millions de pieux  
exécutés dans plus de 60 pays

S. A. PIEUX FRANKI - 196, RUE GRÉTRY, LIÈGE (BELGIQUE)

---

# PRÉPARATION MÉCANIQUE : Concasseurs-Broyeurs-Cribles

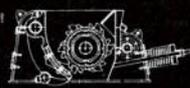
## HOUILLES ET COKES :



Trommel-concasseurs



Concasseurs à simple effet



Concasseurs à cylindres et mâchoires



Broyeurs à marteaux



Broyeurs à barres

## MINÉRAIS DE FER :



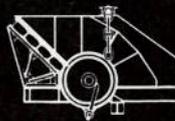
Concasseurs à mâchoires double effet



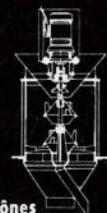
Concasseurs à cylindres



Broyeurs à marteaux avec entraîneur à chaîne

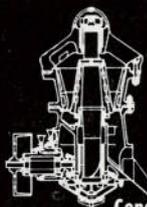


Cribles rotatifs à disques



Echantillonneurs à cônes

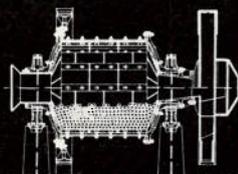
## MINÉRAIS NON FERREUX :



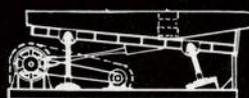
Concasseurs giratoires



Broyeurs à marteaux



Broyeurs à boulets

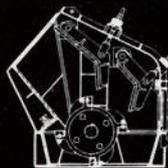


Tables d'égouttage

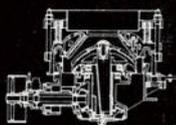


Tamis vibrants

## MINÉRAIS NON MÉTALLIQUES :



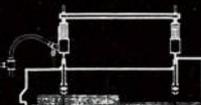
Concasseurs à percussion



Broyeurs giratoires



Cribles à résonance



Laveurs vibrants



Alimentateurs à palettes



**APPAREILS DRAGON**

## APPAREILS DRAGON S. A.

*Société Anonyme au capital de 2.100.000 NF.*

Siège Social et Usines :  
FONTAINE près GRENOBLE (Isère)  
Téléphone : 44-84-24 + à GRENOBLE

DIRECTION A PARIS : 92, Avenue de Wagram (17°)  
Téléphone : CAR. 84-70 +

ALFA-PUBLICITE AD78

**CATALOGUES SUR DEMANDE**

Représenté en Belgique par  
l'Ingénieur FOBELETS, Ingénieur Civil A.I.Ms  
52, avenue des Crocus - BRUXELLES 7 - Tél : 21.96.52

# SEDOMAX F<sup>(B)</sup>

nouvel agent de floculation  
du type polyélectrolyte

- ★ Décantation plus rapide
- ★ Meilleure filtration
- ★ Se dissout facilement dans l'eau froide

Ce nouvel agent organique de floculation du type polyélectrolyte est tout spécialement conçu pour donner une décantation plus rapide et une meilleure filtration des suspensions aqueuses de matières solides finement divisées. Facilement soluble dans l'eau froide, il donne des solutions très stables et ne se détériore pas lors de l'entreposage.



(B) BREVETS DEMANDÉS POUR LES PRINCIPAUX PAYS INDUSTRIELS

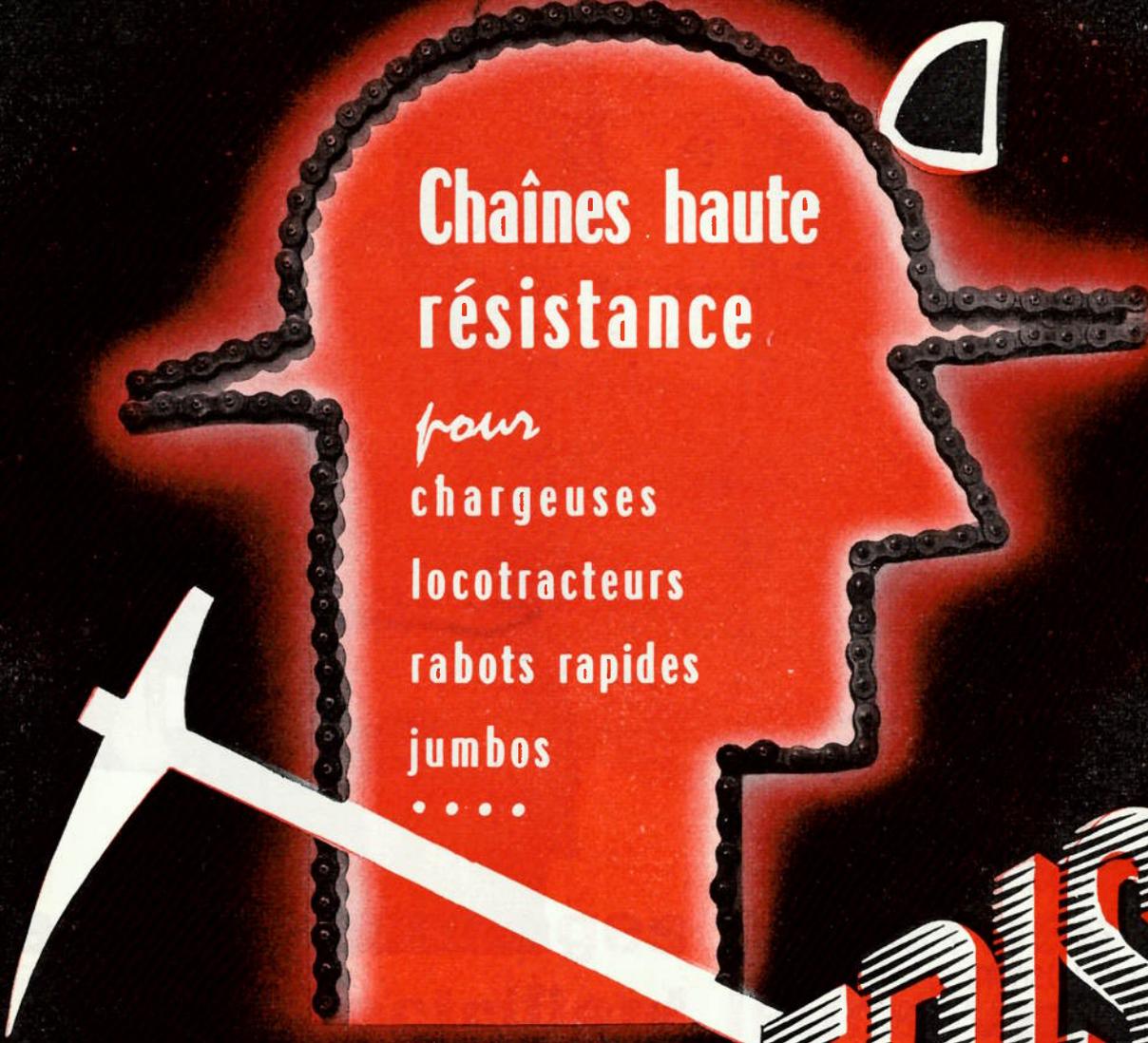
*Pour tous renseignements techniques, adressez-vous à :*

**IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES (BELGIUM) S. A.**

32, RUE E. TOLLENAERE

BRUXELLES 2

X 111B



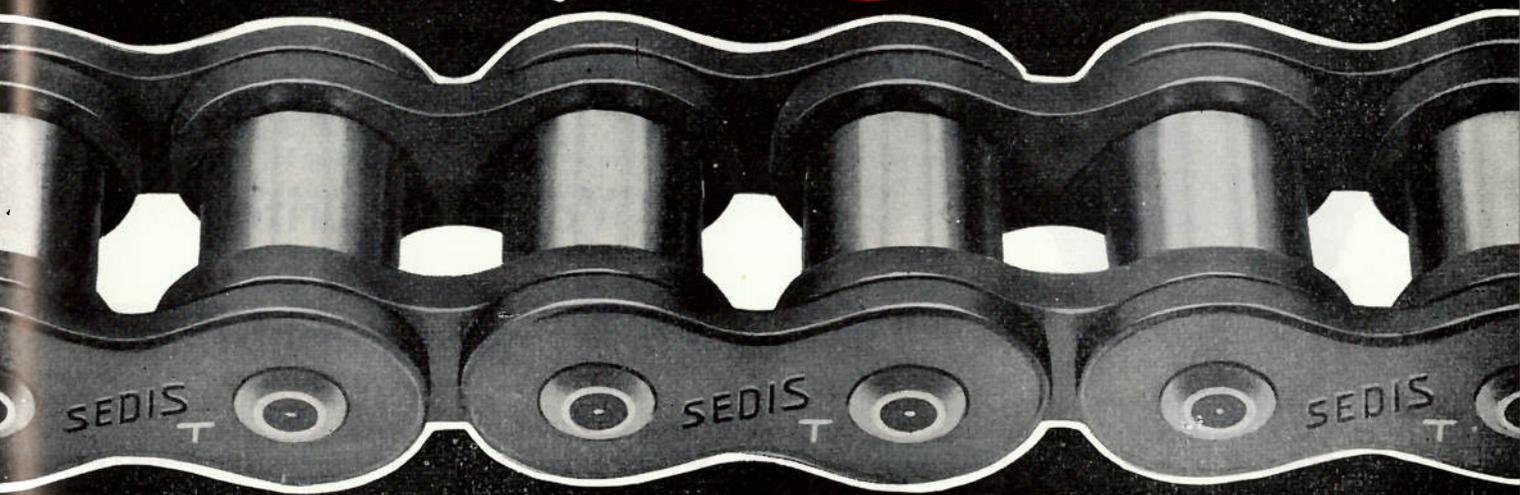
# Chaînes haute résistance

*pour*  
chargeuses  
locotracteurs  
rabots rapides  
jumbos  
.....

*Au service du  
mineur belge*

# SEDIS

DOCUMENTATION S.B. SUR DEMANDE



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

Distributeur - Stockiste :

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

**S**AUVETAGE

**O**<sub>u</sub>

**S**ECURITE

Appareils  
de sauvetage



EXCLUSIVITE



BELGIQUE ET Gd-DUCHE

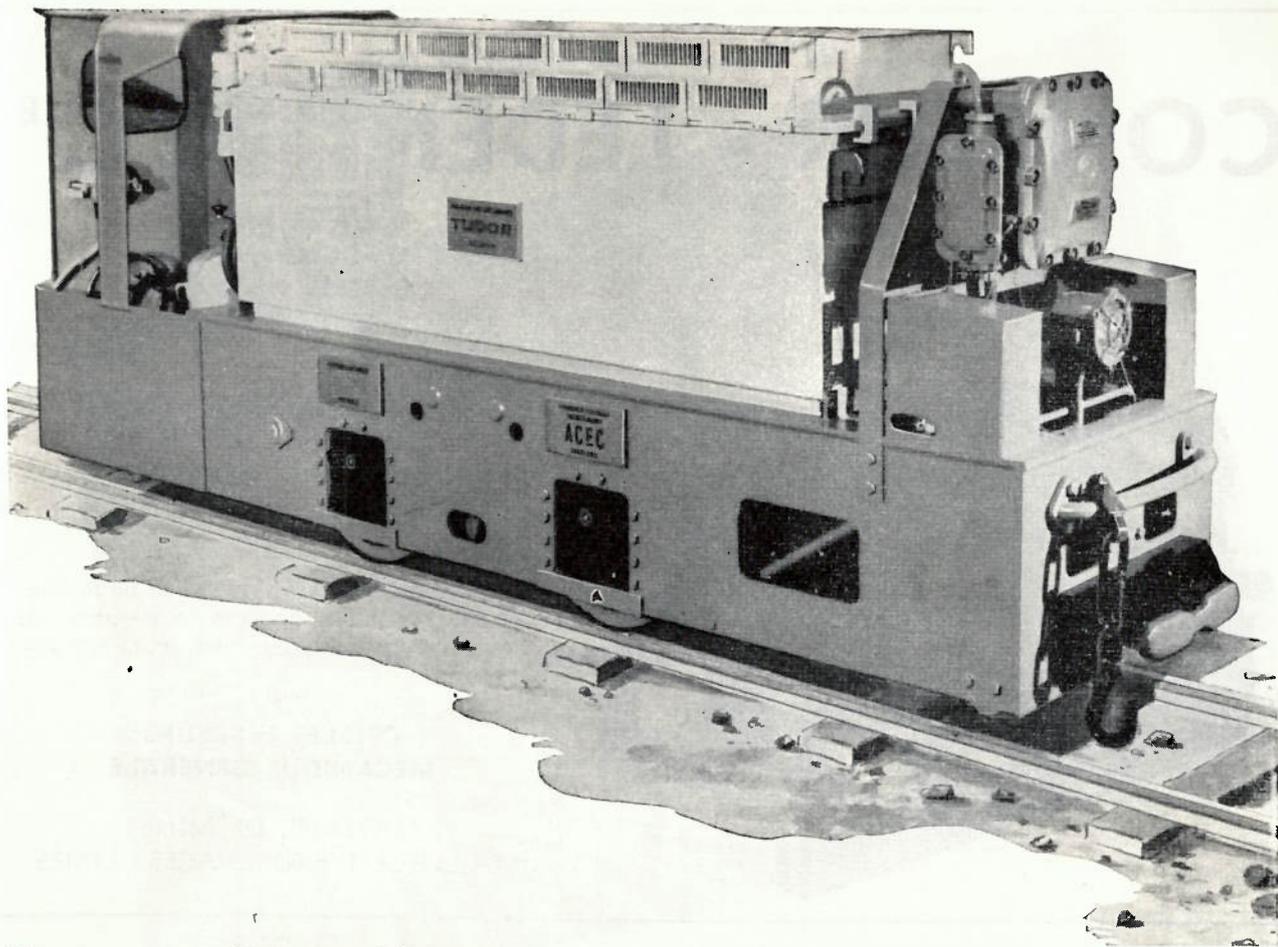
S. A. ANCIENS **Ets ANTHONY BALLINGS**

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



Détecteur de gaz  
19/31

**Consultez-nous !**  
**Votre sécurité**  
**c'est notre métier**



## Les charbonnages modernes électrifient leurs voies

- Utilisation d'une source d'énergie nationale : l'électricité.
- Rendement supérieur, grande robustesse du matériel.
- Longévité des locomotives et faibles amortissements.
- Machines silencieuses, simples, propres.
- Sécurité de fonctionnement, grande souplesse d'exploitation.
- Entretien réduit et économie de personnel.
- Augmentation de la productivité.

ACEC met à la disposition de l'industrie charbonnière ses bureaux d'études et de construction, par l'intermédiaire de son service spécialisé de «Traction Industrielle » pour vous proposer le matériel qui convient à votre exploitation.

*Demandez-nous, sans engagement, la brochure*

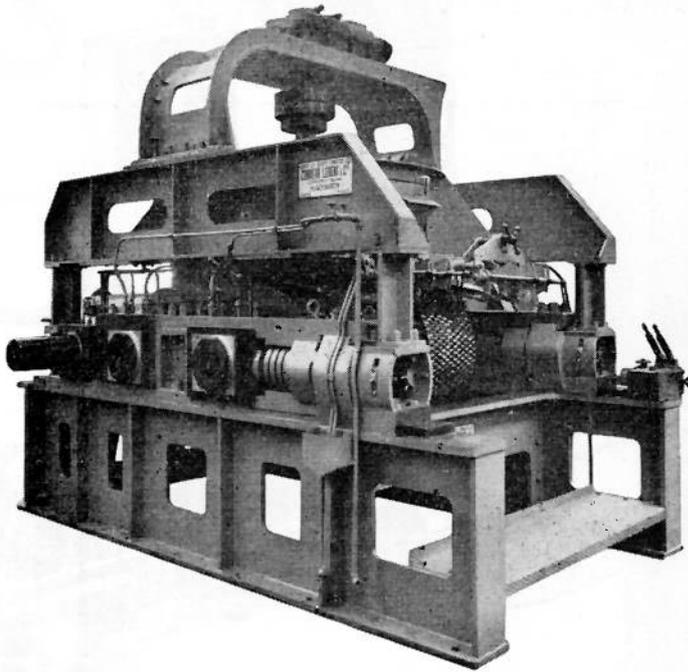
« La traction électrique dans les mines ».



**ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI**  
SOCIÉTÉ ANONYME

Ateliers de Raismes (Nord) fondés en 1859

# CONREUR - LEDENT & C<sup>IE</sup>



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

SOCIETE DES MINES ET FONDERIES DE ZINC DE LA

# VIEILLE - MONTAGNE

Société Anonyme

Direction générale : ANGLEUR

Téléph. : Liège (04) 65.38.00  
Telex : Liège (04) 256

ZINC & PLOMB

sous toutes leurs formes

Cd - Ag - Hg - Bi - Tl - As

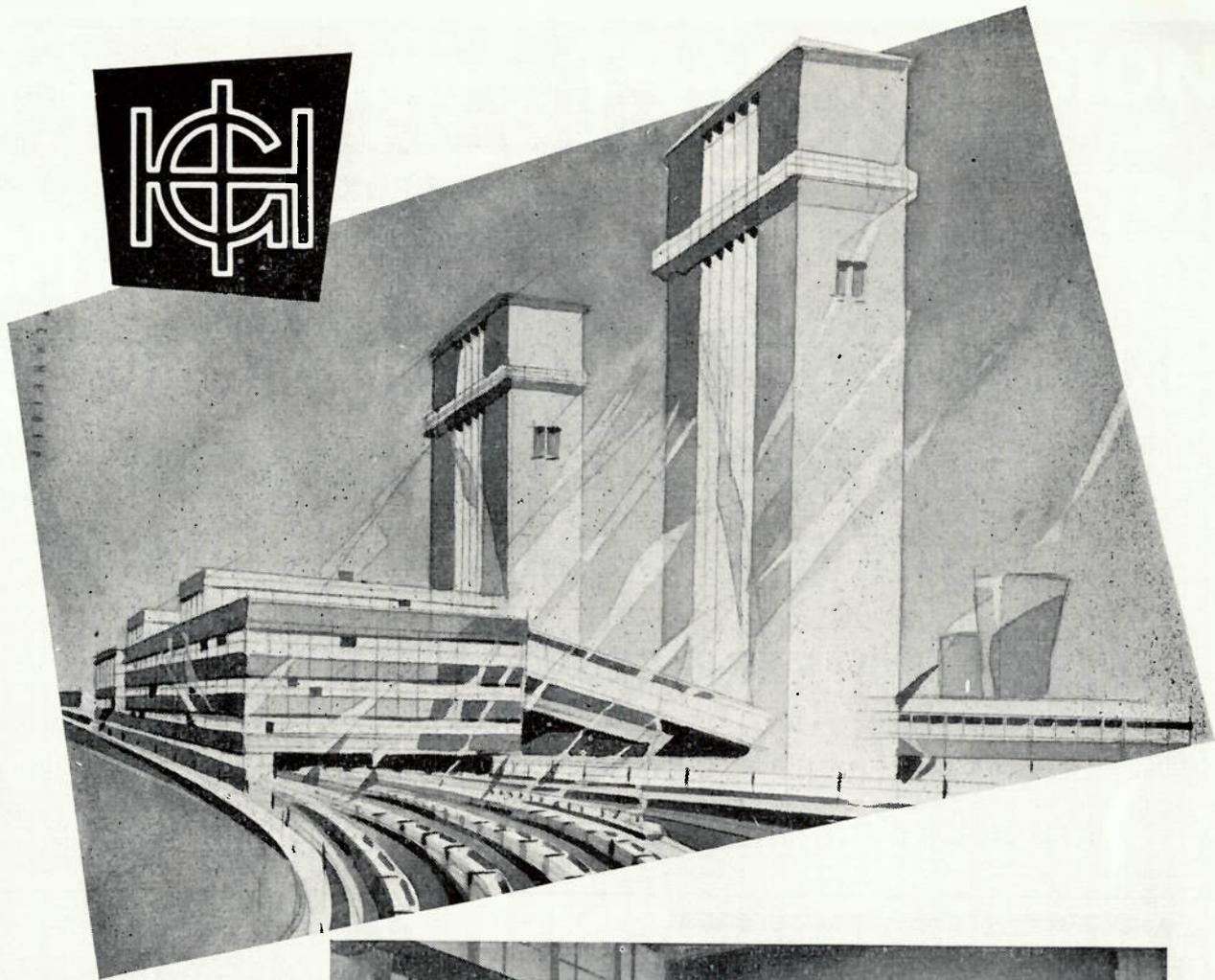
- Blanc de Zinc
- Poussière de Zinc
- Acide Sulfurique

- Sulfate de Cuivre
- Sulfate de Thallium
- Arséniate de Chaux

Produits spéciaux (de qualité électronique) : **GERMANIUM-SILICIUM**

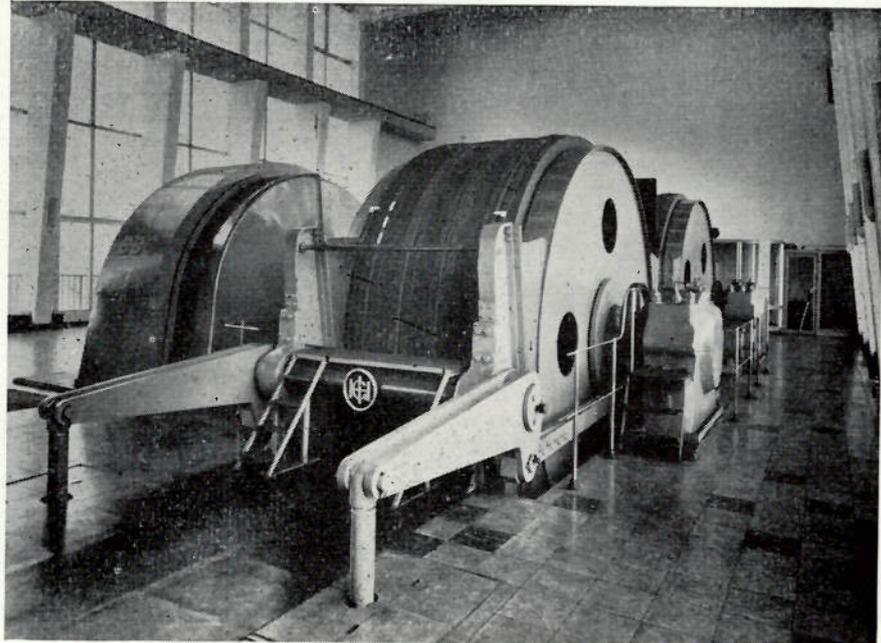
PRODUITS HYPERPURS :

Zn - Pb - Cd - Hg - Bi - As - Tl - TlI - TlCl - ZnBr<sub>2</sub>



## Etude et réalisation de sièges d'extraction complets

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



Machines d'extraction quadricâbles, charge utile 19,2 t, profondeur 1000 m,  
vitesse 16 m/sec, diamètre poulie Koepe 4,5 m

# GUTEHOFFNUNGSHÜTTE

STERKRADE AKTIENGESELLSCHAFT · USINES DE STERKRADE · ALLEMAGNE

Agents exclusifs Belgique  
et Congo

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

# CRIBLA S.A.

12, boulevard de Berlaimont, BRUXELLES 1

Tél. 18.47.00 (6 lignes)

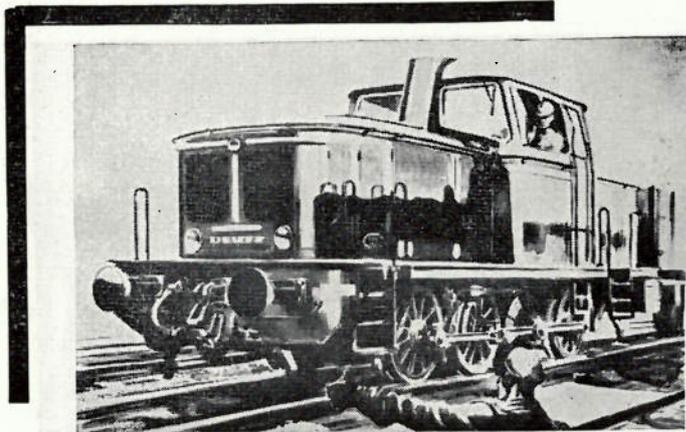
MANUTENTION - PREPARATION

MINERAL - CHARBON  
COKE - CIMENT - etc.

ENTREPRISES GENERALES

mines - carrières - industrie

ETUDES ET INSTALLATIONS INDUSTRIELLES COMPLETES

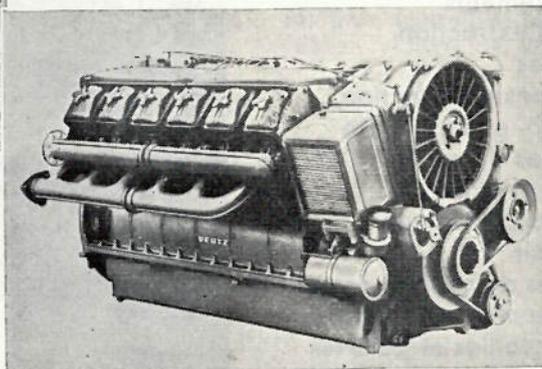


Locotracteurs diesel-hydrauliques  
de manœuvre et de ligne de 26 CV  
jusqu'à 2.000 CV  
à moteurs diesels refroidis par  
air et par eau.

Locotracteurs de chantier

Locotracteurs de mines de 9 à 90 CV

## DEUTZ



91, RUE DES PALAIS - BRUXELLES

TELEPHONE : 15.49.05 - (5 Lignes)

Pour la République du Congo : « Deutz-Congo »

Tout le matériel pour les **TRANSMISSIONS**  
au jour et au fond

Généphone  
Généphone  
Généphone



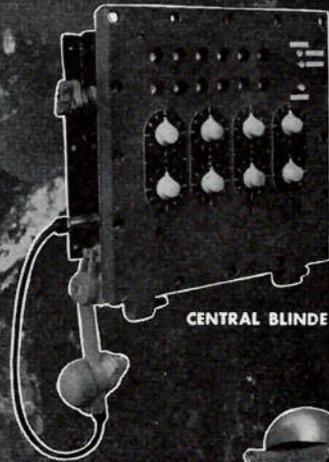
poste autogénérateur blindé,  
avec appel  
G 201 M



G 159  
Poste mural  
autogénérateur

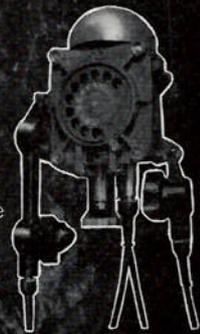


G 201  
Poste autogénérateur  
étanche avec appel



CENTRAL BLINDE

G 225  
Poste automatique



Généphone

Matériel téléphonique et de signalisation

**BLINDÉ • ÉTANCHE • ANTIDÉFLAGRANT • DE SÉCURITÉ INTRINSÈQUE**

**S<sup>TE</sup> D'ELECTRONIQUE ET D'AUTOMATISME**

138. Boulevard de Verdun — COURBEVOIE (Seine) — DÉF. 41-20



Agent exclusif auprès des Charbonnages de Belgique : Etablissements BEUPAIN, 105, rue de Serbie - LIEGE

Agent exclusif pour le Congo et le Ruanda-Urundi : Bureau Technique BIA, BRUXELLES - LEOPOLDVILLE - ELISABETHVILLE

# TUBIX

Dépoussiéreur à tubes cyclones



*épure les fumées, assainit l'atmosphère :  
centrales électriques, charbonnages, métallurgie  
cimenteries, carrières, industrie chimique,  
ateliers, etc.*

SOCIÉTÉ BELGE

**PRAT-DANIEL**

BRUXELLES

11<sup>a</sup>, Square de Meeus

Tél. : 11.66.29

AUTRES SPÉCIALITÉS : VENTILATEURS CENTRIFUGES DE TOUTES  
PUISSANCES A RENDEMENT ÉLEVÉ, TIRAGE MÉCANIQUE

# Annales des Mines

## DE BELGIQUE



# Annalen der Mijnen

## VAN BELGIE

P 1273



**Direction - Rédaction :**  
INSTITUT NATIONAL DE  
L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

**Directie - Redactie :**  
NATIONAAL INSTITUUT VOOR  
DE STEENKOLENNIJVERHEID

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

Renseignements statistiques. — E. Demelenne : L'I.N.M. et le boutefeu. — L. Coppens, W. Duhaméau, W. Fassotte : L'aptitude à l'oxydation des houilles, La température initiale d'inflammation. — G. Burton : Les laboratoires de préparation des charbons d'Inichar. — P. Dassargues : Mines de houille, année 1954 - Chronique des accidents. — Rapport d'activité du Centre national belge de Coordination des Centrales de Sauvetage, 1960. — Inichar : Revue de la littérature technique.

## COMITE DE PATRONAGE

- MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à Wemmel.
- L. BRACONIER, Administrateur-Directeur-Gérant 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. CELIS, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
- P. CULOT, Président de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Mons.
- P. DE GROOTE, Ancien Ministre, Commissaire Européen à l'Energie Atomique.
- L. DEHASSE, Président d'Honneur de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Bruxelles.
- A. DELATTRE, Ancien Ministre, à Pâturages.
- A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
- N. DESSARD, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
- P. FOURMARIER, Professeur émérite de l'Université de Liège, à Liège.
- L. GREINER, Président d'Honneur du Groupement des Hauts Fourneaux et Acières Belges, à Bruxelles.
- E. HOUBART, Président du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
- L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
- E. LEBLANC, Président de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
- J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marcinelle.
- A. MEILLEUR, Administrateur-Délégué de la S.A. des Charbonnages de Bonne Espérance, à Lambusart.
- A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
- I. ORBAN, Administrateur-Directeur Général de la S. A. des Charbonnages de Mariemont-Bascoup, à Bruxelles.
- G. PAQUOT, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
- O. SEUTIN, Directeur-Gérant Honoraire de la S. A. des Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Bruxelles.
- R. TOUBEAU, Professeur Honoraire d'Exploitation des Mines à la Faculté Polytechnique de Mons, à Mons.
- P. van der REST, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Acières Belges, à Bruxelles.
- M. VAN LOO, Président du Comité de Direction de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
- J. VAN OIRBEEK, Président de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.

## BESCHERMEND COMITE

- HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur generaal der Mijnen, te Wemmel.
- L. BRACONIER, Administrateur-Directeur-Gérant van de N.V. « Charbonnages de la Grande Bacnure », te Luik.
- L. CANIVET, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolennijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Brussel.
- P. CELIS, Voorzitter van het Verbond der Gasnijverheid, te Brussel.
- P. CULOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolennijnen van het Westen van Bergen, te Bergen.
- P. DE GROOTE, Oud Minister, Europees Commissaris voor Atoomenergie.
- L. DEHASSE, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolennijnen van het Westen van Bergen, te Brussel.
- A. DELATTRE, Oud-Minister, te Pâturages.
- A. DELMER, Ere Secretaris Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, te Brussel.
- N. DESSARD, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolennijnen van de Provincie Luik, te Luik.
- P. FOURMARIER, Emeritus Hoogleraar aan de Universiteit van Luik, te Luik.
- L. GREINER, Ere-Voorzitter van de « Groupement des Hauts Fourneaux et Acières Belges », te Brussel.
- E. HOUBART, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, te Brussel.
- L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Groeven, te Brussel.
- E. LEBLANC, Voorzitter van de Kolennijn-Vereniging van het Kempisch Bekken, te Brussel.
- J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolennijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Marcinelle.
- A. MEILLEUR, Afgevaardigde-Beheerder van de N.V. « Charbonnages de Bonne Espérance », te Lambusart.
- A. MEYERS (Baron), Ere Directeur generaal der Mijnen, te Brussel.
- I. ORBAN, Administrateur-Directeur Generaal van de N.V. « Charbonnages de Mariemont-Bascoup », te Brussel.
- G. PAQUOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolennijnen van de Provincie Luik, te Luik.
- O. SEUTIN, Ere Directeur-Gérant van de N.V. der Kolennijnen Limburg-Maas, te Brussel.
- R. TOUBEAU, Ere-Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Polytechnische Faculteit van Bergen, te Bergen.
- P. van der REST, Voorzitter van de « Groupement des Hauts Fourneaux et Acières Belges », te Brussel.
- M. VAN LOO, Voorzitter van het Bestuurscomité der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, te Brussel.
- J. VAN OIRBEEK, Vorzitter van de Federatie der Zink-, Lood-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere non-ferro Metalenfabrieken, te Brussel.

## COMITE DIRECTEUR

- MM. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
- J. VENTER, 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.
- J. VENTER, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolenijverheid, 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, Divisiendirecteur der Mijnen, te Hasselt.
- H. LABASSE, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Luik.
- J.M. LAURENT, Divisiendirecteur 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

N° 6 — Juin 1961

# ANNALEN DER MIJNEN

VAN BELGIE

Nr 6 — Juni 1961

Direction-Rédaction :

**INSTITUT NATIONAL  
DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE**

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

Directie-Redactie :

**NATIONAAL INSTITUUT  
VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID**

## Sommaire — Inhoud

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes . . . . .	636
<b>INSTITUT NATIONAL DES MINES</b>	
<b>E. DEMELENNE.</b> — L'I. N. M. et le boutefeux . . . . .	641
<b>INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE</b>	
<b>L. COPPENS, W. DUHAMEAU, W. FASSOTTE.</b> — L'aptitude à l'oxydation des houilles : La température initiale d'inflammation . . . . .	678
<b>G. BURTON.</b> — Les laboratoires de préparation des charbons d'Inichar . . . . .	690
<b>NOTES DIVERSES</b>	
<b>P. DASSARGUES.</b> — Mines de houille, année 1954 — Chronique des accidents . . . . .	697
Rapport d'activité du Centre National Belge de Coordination des Centrales de Sauvetage, 1960 . . . . .	704
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>INICHAR.</b> — Revue de la littérature technique . . . . .	708
Divers . . . . .	728
<b>COMMUNIQUE</b>	
	728

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

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

MENSUEL - Abonnement annuel : Belgique : 450 F - Etranger : 500 F  
MAANDELIJKS - Jaarlijks abonnement : België : 450 F - Buitenland : 500 F

Périodes	Production totale (Tonnes)	Consommation propre et fournitures (Tonnes) (1)	Stock (Tonnes)	Jours ouverts (2)			PERSONNEL						Grisou capté valorisé (6)				
				à veine	Nombre moyen d'ouvriers		Indices (3)		Rendement (kg)		Présences % (4)			Mouvement de la main-d'œuvre (5)			
					Fond	Fond	Veine	Taille	Fond	et surface	Fond	et surface		Fond	et surface	Belge	Etrangère
Borinage	186.890	23.322	806.332	21,49	5.949	8.210	0,300	0,697	0,964	1.434	1.037	68,57	72,78	86	107	193	396.914
Centre	167.763	39.193	585.301	21,09	5.870	7.997	0,292	0,725	1.019	1.380	981	78,37	81,02	48	84	132	1.074.638
Charleroi	439.972	59.558	2.103.503	21,31	13.664	19.472	0,278	0,686	0,999	1.458	1.001	75,66	78,87	85	103	188	1.488.720
Liège	292.230	34.565	396.120	21,75	10.196	14.022	0,312	0,773	1.075	1.294	931	81	83,49	65	127	192	2.184.245
Campine	776.052	65.764	2.466.130	20,09	22.429	30.357	0,206	0,588	0,801	1.701	1.248	88,50	90,28	10	11	21	5.144.517(8)
Le Royaume	1.862.907	222.402	6.357.386	20,93	58.059	80.024	0,257	0,663	0,927	1.508	1.079	80,75	83,35	294	432	726	5.163.776(8)
1961 Janvier	1.338.344	217.248	6.491.476	14,74	58.031	79.545	0,247	0,677	0,961	1.477	1.041	82,20	84,34	392	686	1078	6.470.019(8)
1960 Décembre	1.731.432	227.547	6.565.231	18,92	58.043	79.761	0,251	0,656	0,920	1.524	1.087	81,44	83,94	141	306	447	6.413.754(8)
Février	1.931.853	252.945	7.385.556	20,23	67.113	91.515	0,280	0,726	1.010	1.378	990	80,35	82,13	573	378	951	5.819.185
Moyenne mensuelle	1.872.113	224.955	6.565.231(7)	20,50	62.272	85.894	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,30	83,81	753	745	1498	7.122.516
1959	1.896.401	237.056	7.496.188(7)	18,73	77.816	105.855	0,14	0,31	0,79	1.262	907	85,43	87,31	739	825	1564	8.153.611
1958	2.255.186	258.297	6.928.346(7)	21,27	76.964	104.669	0,14	0,35	0,86	1.153	842	85,92	87,30	141	802	943	7.443.776
1956	2.455.079	254.456	179.157(7)	23,43	82.537	112.943	0,16	0,38	0,91	1.156	838	84,21	86,29	357	300	657	4.604.060
1954	2.437.393	270.012	2.805.020(7)	24,01	86.378	124.579	0,18	0,40	0,96	1.27	1.098	78,7	83,53	63	528	591	3.702.887
1952	2.532.030	199.149	1.678.220(7)	24,26	98.254	135.696	0,18	0,40	0,96	1.34	1.042	74,5	78,7	97	7	104	—
1950	2.276.735	220.630	1.841.320(7)	23,44	94.240	135.851	0,19	0,40	0,99	1,44	1.014	69,6	78,7	81	—	—	—
1948	2.224.261	229.373	840.340(7)	24,42	18.796	145.366	0,21	0,41	1,64	878	610	—	—	—	—	—	—
1946	2.465.404	205.234	2.227.260(7)	24,20	102.081	145.366	0,18	0,41	1,64	878	610	—	—	—	—	—	—
1944	1.903.466	187.143	955.890(7)	24,10	105.921	146.084	0,32	1,37	1,89	1,37	1,89	—	—	—	—	—	—
1961 Sem. du 3 au 9-7	434.745	—	6.082.089	5,55	47.439	67.002	—	0,663	0,940	1.509	1.064	67,03	71,24	—	—	243	—

N. B. — (1) A partir de 1954, cette rubrique comporte : d'une part, tout le charbon utilisé pour le fonctionnement de la mine, y compris celui transformé en énergie électrique; d'autre part, tout le charbon distribué gratuitement ou vendu à prix réduit aux mineurs en activité ou retraités. Ce chiffre est donc supérieur aux chiffres correspondants des périodes antérieures.  
 (2) A partir de 1954, il est compté en jours ouverts, les chiffres se rapportant aux périodes antérieures expriment toujours des jours d'extraction.  
 (3) Nombre de postes effectués divisés par la production correspondante.  
 (4) A partir de 1954, ne concerne plus que les absences individuelles, motivées ou non, les chiffres des périodes antérieures gardent leur portée plus étendue.  
 (5) Différence entre les nombres d'ouvriers inscrits au début et à la fin du mois.  
 (6) En m<sup>3</sup> à 8.500 Kcal, 0° C. 760 mm de Hg.  
 (7) Stock fin décembre.  
 (8) Dont environ 5 % non valorisés.

PÉRIODES	Secteur domestique	Administrations publiques	Cokeries	Usines à gaz	Fabriques d'agglomères	Centrales électriques	Sidérurgie	Constructions métalliques	Métaux non ferreux	Produits chimiques	Chemins de fer et Vicinaux	Textiles	Industries alimentaires	Carrières et dérivés	Cimenteries	Papeteries	Autres Industries	Exportation	Total du mois
Février	290.833	27.197	581.614	—	126.105	269.251	14.619	12.494	34.616	20.066	72.212	6.171	14.468	22.777	52.798	15.946	25.068	198.165	1.784.400
Janvier	297.758	14.961	307.196	—	80.133	179.335	6.368	7.785	17.393	13.954	49.157	5.103	15.747	20.329	14.762	13.452	16.979	135.796	1.196.208
Décembre	261.363	12.342	569.906	—	76.318	261.964	10.384	9.525	31.274	17.465	56.725	8.103	16.594	32.298	38.643	13.312	22.048	199.289	1.632.112
Février	220.073	19.425	600.155	—	88.963	272.133	12.696	10.150	27.924	19.997	73.452	4.480	14.661	34.897	37.316	16.474	21.136	158.180	1.632.112
Moyenne mensuelle	266.847	12.607	619.271	—	84.395	266.659	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.728.390
1959	255.365	13.537	562.701	86	78.777	243.019	11.381	7.410	28.924	25.216	64.286	4.890	17.478	38.465	45.588	13.703	26.599	179.876	1.612.024
1958	264.116	12.348	504.042	286	81.469	174.610	10.228	8.311	24.203	23.771	72.927	5.136	22.185	41.446	32.666	14.885	18.030	226.496	1.537.155
1956	420.304	15.619	599.722	476	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	31.852	353.828	2.224.332
1954	415.609	14.360	485.878	1.733	109.037	240.372	24.211	12.299	40.485	46.912	114.348	14.500	30.707	61.361	62.818	19.898	30.012	465.071	2.189.610
1952	480.657	14.102	708.921	—	275.218	34.685	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

GENRE PERIODES	Fours en activité		Charbon (t)		Huiles combustibles (t)	Production			COKE (t)										Ouvriers occupés		
	Batteries	Fours	Reçu			Gros coke de plus de 80 mm	Autres	Total	Consommation propre	Livraison au personnel de la cokérie	Secteur domestique	Administrations publiques	Sidérurgie	Centrales électriques	Usines à gaz	Chemins de fer	Autres secteurs	Exportations		Total	Stock en fin de mois (t)
			Belge	Etranger																	
Ministères	9	282	132.679	125.774	1.927	78.021	18.142	96.163	1.952	412	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34.156	832
Sidérurgiques	31	1.083	397.416	503.267	437	318.948	69.720	388.668	4.930	5.366	—	—	—	—	—	—	—	—	—	168.350	2.573
Autres	12	296	42.587	115.684	1.463	55.274	33.594	88.868	3.380	230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98.879	1.161
Le Royaume	52	1.661	572.682	746.725	3.827	452.243	121.456	573.699	10.262	6.008	15.119	3.611	455.219	48	962	51.551	77.046	603.556	301.385	4.566	4.566
1961 Janvier	51	1.663	344.626	498.157	7.536	276.981	108.606	385.587	15.260	4.659	22.260	3.837	151.080	634	2.288	48.529	59.385	288.033	347.512	3.588	
1960 Décembre	51	1.668	514.322	701.019	3.332	421.270	122.314	543.584	13.241	5.870	18.122	2.794	346.343	59	2.098	44.813	56.777	471.006	269.877	4.537	
Février	51	1.684	624.147	196.593	791.697	487.663	122.399	610.062	12.329	6.288	18.401	3.498	461.191	2.021	1.408	51.929	84.162	622.610	233.666	4.476	
Moy. mens.	51	1.668	614.385	198.547	811.811	504.541	123.718	628.259	8.106	5.047	12.564	2.972	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	4.537	
1959	50	1.658	551.838	225.035	774.839	454	482.733	118.684	601.417	8.821	5.179	11.064	2.592	453.506	2.292	1.151	45.020	70.516	586.141	291.418	3.980
1958	47	1.572	504.417	233.072	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	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(3)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.134	13.538	3.003	433.510	1.918	69	2.200	56.567	76.498	591.308	4.137
1954	42(1)	1.444(1)	479.201	184.120	663.321	5.813(3)	407.062	105.173	512.235	15.659	2.093	14.177	3.327	359.227	3.437	385	1.585	42.611	73.859	498.608	4.270
1952	42(1)	1.471(1)	506.891	98.474	695.365	7.624(3)	421.329	112.605	533.934	12.937	3.215	12.260	4.127	368.336	1.039	279	1.358	80.250	100.825(2)	4.284	
1950	42(1)	1.497(1)	481.685	26.861	508.546	297.005	86.167	469.107	19.179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.169	
1948	47(1)	1.510(1)	459.063	137.180	611.765	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463	
1946	56(1)	1.669(1)	599.063	158.763	557.826	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120	
1948	—	2.898	233.858	383.479	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229	
1913	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

(1) Pendant tout ou partie de l'année. (2) Stock fin décembre. (3) en hl.

GENRE PERIODE	GAZ (en 1.000 m <sup>3</sup> ) (1)				SOUS-PRODUITS (t)				
	Production	Consommation propre	Sidérurgie	Autres industries	Bras	Goudron brut	Ammoniaque (en sulfate)	Benzol	Huiles légères
Ministères	45.511	20.304	22.131	—	—	3.575	1.163	985	—
Sidérurgiques	172.038	83.066	36.083	65.941	5.984	14.019	4.484	3.438	—
Autres	47.062	18.450	15.451	—	1.423	3.836	666	1.037	—
Le Royaume	264.611	121.820	73.665	65.941	8.034	21.430	6.313	5.460	—
1961 Janvier	189.738	89.103	36.807	20.658	2.879	14.695	3.647	3.327	—
1960 Décembre	253.285	120.277	62.007	45.970	7.264	20.705	6.140	5.244	—
Février	281.026	130.708	81.003	61.996	10.430	22.639	7.021	5.815	—
Moy. mens.	283.311	133.434	80.645	64.116	12.284	22.833	7.043	5.760	—
1959	268.514	126.057	82.867	57.436	7.817	21.541	6.801	5.562	—
1958	259.453	120.242	81.624	53.568	6.850	20.867	6.774	5.648	—
1956	237.439	132.244	78.704	56.854	7.424	20.628	7.064	5.569	—
1954	233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	16.300	5.410	3.624	2.565
1952	229.348	134.183	67.460	46.434	3.496	13.909	4.764	3.066	632
1950	193.619	126.601	—	—	—	1.844	16.053	4.978	—
1948	105.334(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	—	14.172	5.186	636
1938	75.334(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	—	—	—	—

(1) A 4.250 Kcal. 0° C et 760 mm Hg. (2) Non recensé. (3) Non utilisé à la fabrication du coke.

GENRE PERIODES	Production (t)			Consommation propre (t)	Livraisons au personnel		Matières premières (t)		Ventes et cessions (t)	Stock (fin du mois) (t)	Ouvriers occupés
	Boulets	Briques	Totale		Charbon	Bras					
Ministères	111.255	18.187	129.442	—	—	—	—	—	—	—	—
Indépend.	4.062	—	4.062	—	—	—	—	—	—	—	—
Le Royaume	115.317	18.187	133.504	3.181	15.905	10.442	114.194	—	—	18.536	467
1961 Janvier	78.932	8.186	87.118	2.186	16.432	6.881	83.429	—	—	18.312	465
1960 Décembre	74.052	11.413	85.465	2.552	14.643	77.846	76.979	—	—	33.273	432
Février	76.893	19.034	95.927	3.439	15.993	90.049	76.067	—	—	51.266	482
Moy. mens.	73.571	16.307	89.878	2.556	12.236	84.608	77.431	—	—	33.273	432
1959	66.246	17.236	83.482	2.916	12.031	82.475	63.637	—	—	61.384	450
1958	65.877	20.525	86.402	3.418	12.632	81.517	66.907	—	—	62.598(1)	495
1956	116.258	35.994	152.252	3.606	12.354	142.121	123.535	—	—	4.684(1)	647
1954	75.027	39.829	114.856	4.521	10.520	109.189	133.542	—	—	11.737(1)	589
1952	71.262	52.309	123.571	1.733	103	115.322	109.204	—	—	36.580(1)	638
1950	38.898	46.079	84.977	2.488	377	78.180	85.999	—	—	—	552
1948	27.014	53.834	80.848	—	—	129.797	6.625	—	—	—	563
1938	39.742	102.948	142.690	—	—	197.274	12.918	—	—	—	873
1913	—	217.587	—	—	—	—	—	—	—	—	1911

(1) Stock fin décembre.

PERIODE	Quantités reçues m <sup>3</sup>			Consommation totale y compris exportations (m <sup>3</sup> )	Stock à la fin du mois (m <sup>3</sup> )	Quantités reçues (t)			Consommation totale (t)	Stock à la fin du mois (t)	Exportations (t)
	Origine indigène	Importations	Total			Origine indigène	Importations	Total			
1961 Février . . . . .	39.031	—	39.031	50.000	215.657	9.627	400	10.027	10.442	18.816	(2)
Janvier . . . . .	16.583	—	16.583	28.320	229.694	5.358	—	5.358	6.881	19.519	4.047
1960 Décembre . . . . .	36.138	—	36.138	45.479	242.840	5.635	—	5.635	5.524	21.699	5.765
Février . . . . .	37.136	2.771	39.907	55.009	305.736	4.992	—	4.992	7.760	38.462	6.668
Moy. mens. . . . .	43.010	674	43.684	50.608	242.840(1)	5.237	37	5.274	7.099	22.163(1)	3.501
1959 » » . . . . .	46.336	2.904	49.240	56.775	346.640(1)	3.342	176	3.518	6.309	44.919(1)	2.314
1958 » » . . . . .	50.713	7.158	57.871	71.192	448.093(1)	3.834	3.045	6.879	6.335	78.674(1)	2.628
1956 » » . . . . .	72.377	17.963	90.340	78.246	655.544(1)	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022(1)	1.281
1954 » » . . . . .	67.128	1.693	68.821	87.385	428.456(1)	4.959	4.654	9.613	8.868	37.023(1)	2.468
1952 » » . . . . .	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695(1)	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357(1)	2.014
1950 » » . . . . .	62.036	12.868	74.904	90.209	570.013(1)	5.052	1.577	6.629	7.274	31.325(1)	1.794

(1) Stock fin décembre. (2) Chiffres non disponibles.

PERIODE	Produits bruts							Demi-finis		Ouvriers occupés	
	Cuivre (t)	Zinc (t)	Plomb (t)	Etain (t)	Aluminium (t)	Antimoine, Cadmium, Cobalt, Nickel, etc. (t)	Total (t)	Argent, or, platine, etc. (kg)	A l'exception des métaux précieux (t)		Argent, or, platine, etc. (kg)
1961 Février . . . . .	21.976	18.705	7.694	337	207	346	49.265	34.128	22.534	1.871	16.890
Janvier . . . . .	21.120	18.734	8.089	495	182	423	49.046	34.425	16.338	1.568	16.544
1960 Décembre . . . . .	20.188	20.649	8.492	642	200	437	50.608	39.061	23.099	2.159	16.587
Février . . . . .	15.605	20.012	7.934	823	278	247	44.899	36.480	18.988	1.705	15.166
Moy. mens. . . . .	17.648	20.630	7.725	721	231	383	47.338	36.785	20.788	1.744	15.822
1959 » » . . . . .	15.474	18.692	7.370	560	227	404	42.727	31.844	17.256	1.853	14.996
1958 » » . . . . .	13.758	18.014	7.990	762	226	325	40.134	27.750	16.562	2.262	15.037
1956 » » . . . . .	14.072	19.224	8.521	871	228	420	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919(1)
1954 » » . . . . .	12.809	17.726	5.988	965	140	389	38.018	24.331	14.552	1.850	15.447(1)
1952 » » . . . . .	12.035	15.956	6.757	850	557	36.155	23.833	12.729	2.017	1.627	16.227
1950 » » . . . . .	11.440	15.057	5.209	808	588	33.102	19.167	12.904	2.042	1.503	15.053

N. B. — Pour les produits bruts : moyennes trimestrielles mobiles. Pour les demi-produits : valeurs absolues.  
(1) En fin d'année.

PERIODE	Hauts fourneaux en activité	Produits bruts				Produits demi-finis		Aciers marchands	Profils et zores (1 et U de plus re 80 mm)	Rails et accessoires
		Fonte	Acier Total	Fer de masse	Pour relamineurs belges	Autres				
							Acier			
1961 Janvier . . . . .	52	124.301	130.128	3.196	11.933	20.584	51.295	3.480	952	
1960 Décembre . . . . .	53	407.299	435.841	4.093	36.933	56.039	111.071	8.421	3.651	
Novembre . . . . .	53	568.193	605.809	5.110	49.171	91.947	146.746	15.556	6.042	
Janvier . . . . .	51	539.909	561.765	5.395	60.943	50.979	149.597	15.677	8.398	
Moyenne mensuelle. . . . .	53	546.083	599.004	5.413	56.948	78.265	148.414	15.324	5.305	
1959 Moyenne mensuelle. . . . .	50	497.085	536.452	5.428	57.631	39.668	148.271	16.608	6.204	
1956 » » . . . . .	51	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315	
1954 » » . . . . .	47	345.424	414.378	3.278	109.559	—	113.900	15.877	5.247	
1952 » » . . . . .	50	399.133	422.281	2.772	97.171	—	116.535	19.939	7.312	
1950 » » . . . . .	48	307.898	311.034	3.584	70.503	—	91.952	14.410	10.668	
1948 » » . . . . .	51	327.416	321.059	2.573	61.951	—	70.980	39.383	9.853	
1938 » » . . . . .	50	202.177	184.369	3.508	37.839	—	43.200	26.010	9.337	
1913 » » . . . . .	54	207.058	200.398	25.363	127.083	—	51.177	30.219	28.489	

(1) Pour les années antérieures à 1958, cette rubrique comportait aussi les tubes sans soudure.

Importations (t)					Exportations (t)			
Pays d'origine Périodes Répartition	Charbons (t)	Cokes (t)	Agglomérés (t)	Lignites (t)	Destinations	Charbons (t)	Cokes (t)	Agglomérés (t)
Allemagne Occidentale . . . . .	157.283	5.092	5.547	9.202	Allemagne Occidentale . . . . .	12.080	1.229	420
France . . . . .	24.743	643	23	—	France . . . . .	51.363	37.461	15.309
Pays-Bas . . . . .	71.468	17.869	8.330	420	Italie . . . . .	40.662	918	1.241
					Luxembourg . . . . .	2.320	19.122	520
Pays de la CECA . . . . .	253.494	23.604	13.900	9.622	Pays-Bas . . . . .	54.982	—	—
					Pays de la CECA . . . . .	161.407	58.730	17.490
Royaume-Uni . . . . .	13.089	496	—	—	Autriche . . . . .	1.035	140	—
Etats-Unis d'Amérique . . . . .	15.318	—	—	—	Danemark . . . . .	8.323	11.986	—
Allemagne Orientale . . . . .	—	—	—	525	Irlande . . . . .	18.211	—	—
U.R.S.S. . . . .	2.228	—	—	—	Norvège . . . . .	985	1.801	—
Pays tiers . . . . .	30.635	496	—	525	Portugal . . . . .	790	—	—
Ensemble février 1961 . . . . .	284.129	24.100	13.900	10.147	Suède . . . . .	—	2.878	—
1961 Janvier . . . . .	259.682	10.499	21.845	7.909	Suisse . . . . .	7.414	—	80
1960 Décembre . . . . .	381.072	23.258	10.124	6.447	Argentine . . . . .	—	1.300	—
Novembre . . . . .	363.721	22.178	9.701	8.451	Divers . . . . .	—	211	—
Moyenne mensuelle . . . . .	325.281	21.210	8.522	7.682	Pays tiers . . . . .	36.758	18.316	80
Février . . . . .	312.591	21.961	10.565	5.572	Ensemble février 1961 . . . . .	198.165	77.046	17.570
Répartition :					1961 Janvier . . . . .	135.796	60.042	6.884
1) Secteur domestique . . . . .	128.988	1.957	13.900	9.574	1960 Décembre . . . . .	199.289	56.777	11.120
2) Secteur industriel . . . . .	150.864	22.145	—	573	Novembre . . . . .	219.814	94.177	16.639
Réexportations . . . . .	—	—	—	—	Moyenne mensuelle . . . . .	189.581	82.363	13.789
Mouvement des stocks . . . . .	+4.277	-2	—	—	Février . . . . .	158.180	84.162	9.557

(1) Y compris le coke de gaz.

Produits finis											Ouvriers occupés
Fil machine	Tôles fortes 4,76 mm et plus	Tôles moyennes 3 à 4,75 mm	Larges plats	Tôles fines noires	Feuillards, bandes à tubes, (1)	Ronds et carrés pour tubes	Divers	Total des produits finis	Tôles galvanisées, plombées et étamées	Tubes d'acier sans soudure et tubes soudés	
15.524	12.789	3.310	(2)	25.399	4.576	(2)	254	114.269	8.340	12.394	22.302
39.579	31.386	6.145	2.553	79.734	14.633	(2)	1.777	298.950	21.584	12.161	53.977
53.156	41.282	8.594	3.527	108.751	26.394	(2)	639	410.687	29.353	13.992	54.098
53.921	42.594	7.120	1.914	97.545	26.228	1.656	2.870	407.520	32.343	15.470	52.456
53.559	41.462	7.625	2.536	103.635	24.456	1.834	2.814	406.964	26.481	15.524	53.294
49.979	44.270	7.269	2.045	87.333	19.679	581	3.832	316.071	31.545	13.770	51.288
										<b>Tubes soudés</b>	
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
36.301	37.473	8.996	2.153	40.018	25.112	—	2.705	307.702	20.000	3.655	41.904
								(3)	(3)		
37.030	39.357	7.071	3.337	37.482	26.652	—	5.771	312.429	11.943	2.959	43.263
				<b>Tôles minces tôles fines, tôles magnétiques</b>							
36.008	24.476	6.456	2.109	22.857	20.949	—	2.878	243.859	11.096	1.981	36.415
<b>Verges</b>	<b>Grosses tôles</b>	<b>Tôles moyennes</b>		<b>Tôles fines</b>	<b>Feuillards et tubes en acier</b>				<b>Tôles galva- nisées</b>		
28.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
10.603	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
<b>Verges et aciers serpentés</b>											
11.852	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

2) Chiffres non disponibles.



# L'I. N. M. et le Boutefeu

par E. DEMELENNE,

Directeur divisionnaire des mines,  
Administrateur-Directeur de l'Institut.

## SAMENVATTING

Deze nota is bestemd om aan de schietmeester de gevaren te doen kennen waaraan hij is blootgesteld, hem de gebruiksvoorschriften van de schietbenodigdheden en de voorzorgen die hij moet treffen bij de uitoefening van zijn taak voor te houden en hem de proeven te herinneren die hij bij zijn bezoek aan het N.M.I. heeft bijgewoond.

Het eerste hoofdstuk behandelt de gevaren die eigen zijn aan het mijngas en aan het kolenstof.

Het mijngas dat zich geleidelijk, of soms plotseling uit de ontgonnen laag of uit de omringende lagen en laagjes vrijstelt, kan ontvlambare mengsels vormen met de lucht. Wanneer zulk een mengsel tot ontvlaming komt door een of andere oorzaak: vlam, springstof, ontsteker, elektrische vonk enz., doet zich een mijngasontploffing voor.

Maar dit is niet het enige gevaar van mijngas. Lucht die veel mijngas bevat is verstikkend. Bovendien kan een mijngasontploffing het ontstaan van een mijnbrand veroorzaken.

Het is dus van het grootste belang voor de schietmeester op de juiste wijze het mijngas te kunnen opsporen. Dit geschiedt met de vlamlamp of met een mijngasaanwijzer.

De aureolen van de benzinelamp en van de olielamp voor verschillende mijngasgehalten worden verbeeld en de mijngasaanwijzers van het interferentie-type, evenals van het type « Verneuil », worden bondig beschreven.

Het kolenstof dat in de lucht zweeft, of door een luchtverplaatsing wordt opgejaagd, vormt eveneens ontvlambare wolken. Zulk een kolenstofwolk kan opgejaagd en ontstoken worden door het afvuren van springstoffen of door een mijngasontploffing. Het is de kolenstofontploffing, die vaak nog gevaarlijker is dan de mijngasontploffing zelf.

Het tweede hoofdstuk is gewijd aan de beschrijving van de schietbenodigdheden: springstoffen, slagpijpjes, schiettoestellen, schietlijnen en ohmmeters.

De verschillende typen van springstoffen worden aangeduid met hun kenmerken en hun veiligheidsgraad ten overstaan van mijngas en van kolenstof.

Men onderscheidt:

- type I, dat geen veiligheid vertoont t.o.v. mijngas en kolenstof. De meest gebruikte springstof van dit type is het dynamiet;
- type II, of omhulde brisantspringstof, waarvan de betrekkelijke veiligheid uitsluitend gevormd wordt door de vlamdovende mantel, die de springstofkern omsluit;
- type III, of omhulde veiligheidsspringstof, waarvan de betrekkelijke hoge veiligheid niet alleen door de vlamdovende mantel, maar ook door de samenstelling van de springstofkern zelf verzekerd wordt;
- type IV, van zeer hoge veiligheid; het zijn de springstoffen op basis van uitwisseling van ionen, waarvan de veiligheid uitsluitend gelegen is in de samenstelling van die springstof zelf; de patronen van dit type zijn niet van een vlamdovende mantel voorzien.

De slagpijpjes die in de mijnen gebruikt worden zijn uitsluitend op elektrische ontsteking voorzien. Een stroom van 1,25 A gedurende 4 milliseconden is ruim voldoende om ze tot ontploffing te brengen, zelfs indien ze in talrijke reeksen worden gebruikt. Naar gelang het gebruikte type ontploffen ze onmiddellijk of met een vertraging, aangeduid door een volgnummer gaande van 1 tot 10.

De vertraging tussen twee opeenvolgende nummers bedraagt 0,5 s (lange vertragingen) of ongeveer 30 milliseconden (korte vertragingen).

De huidige slagpijpes moeten van een mijngasveilig type zijn. Zij vertonen een betrekkelijk goede veiligheid ten overstaan van mijngas.

De schiettoestellen moeten de nodige elektrische stroom leveren voor de ontsteking van een bepaald aantal slagpijpes in serie geschakeld. Zij zijn in een mijngasveilig omhulsel vevat. De stroomdoorgang is beperkt tot 4 milliseconden opdat er geen stroom meer op de schietlijn of op de draden van de ontstekers zou zijn als de mijnen ontploffen.

De schietlijn, die de slagpijpes met het schiettoestel verbindt bestaat uit twee samengevoegde of twee gescheiden geleiders. De scheiding van de beide geleiders is het meest doeltreffende middel om elektrische vonken te vermijden bij eventuele fouten in de isolatie.

De ohmmeter dient voor het nameten van de schietkring, waardoor het gevaar van mislukkingen tot het minimum wordt herleid.

De springstoffen met uitzondering van type I, de slagpijpes, de schiettoestellen, de schietlijnen en de ohmmeters moeten van een door de Directeur-Generaal der Mijnen erkend type zijn om in de ondergrondse werken der mijnen te mogen gebruikt worden.

In hoofdstuk drie worden de proeven aangehaald die de schietmeesters bijgewoond hebben ter gelegenheid van het bezoek aan het N.M.I., dat vereist is voor het toekennen van het bekwaamheidsgetuigschrift.

De eerste reeks proeven heeft betrekking op de springstoffen. Een patroon dynamiet die in de gewone mortier wordt opgeschoten, ontsteekt het ontvlambaar mengsel mijngas-lucht.

Een patroon springstof van het type III, zonder mantel afgevuurd in de mortier met gleuf, ontsteekt het mijngas; de mijngasontploffing jaagt het kolenstof op dat in de proefgalerij werd uitgestrooid en gaat over in een kolenstofontploffing.

Daarentegen wordt bij het afvuren van 13 patronen springstof van het type IV in de mortier met gleuf geen ontvlaming veroorzaakt van het mijngas.

De volgende proeven hebben betrekking op de lampen. Aan de schietmeesters wordt getoond hoe de vlamlamp gebruikt wordt tot het opsporen van mijngas. Tevens wordt het gevaar aangetoond dat deze lampen nog kunnen vormen in mijngasachtige luchtstromen met hoge snelheid. Verder wordt getoond hoe de gloeidraad van een electrisch gloeilampje, bij de breuk van het glas een mijngasatmosfeer kan ontsteken indien ze ontvlambaar is.

Een derde reeks proeven heeft betrekking op het gevaar van elektrische vonken t.o.v. mijngas, namelijk van de vonken die kunnen ontstaan door contacten tussen de geleiders van de schietlijn of door de aanwezigheid van een druppel zout water die een elektrische kortsluiting vormt tussen twee ontblote geleiders.

Het vierde hoofdstuk handelt over de voorzorgen die moeten getroffen worden met betrekking tot de springstoffen, de slagpijpes, de schietkringen, de schiettoestellen, de afvuurpost, de bewaking van de toegangen, de schietdampen enz. De redenen van die verschillende voorzorgen worden uitvoerig aangehaald.

Een vijfde en laatste hoofdstuk geeft tenslotte een samenvatting van de indelingscriteria der schietwerkplaatsen en een overzicht van de soorten springstof die in de verschillende gevallen mogen gebruikt worden.

## RESUME

La note suivante est destinée à rappeler au boutefeu les dangers auxquels il est exposé et les règles d'emploi du matériel de minage, à lui rappeler les expériences auxquelles il a assisté lors de sa visite à l'I.N.M. ainsi que les précautions qu'il doit prendre dans l'exercice de sa mission.

Le chapitre premier traite des dangers du grisou et des poussières de charbon.

Le grisou, qui se dégage lentement ou parfois brusquement de la couche exploitée et aussi des veines et veinettes avoisinantes, peut former avec l'air des mélanges inflammables. Allumés en un point par une source quelconque, flamme nue, explosif, détonateur, étincelle électrique, ces mélanges explosent: c'est le coup de grisou.

Mais ce n'est pas là le seul danger du grisou. Les atmosphères riches en gaz sont asphyxiantes et une inflammation de grisou peut être la cause d'un incendie.

Il est donc très important pour le boutefeu de pouvoir déceler correctement le grisou: cette détection s'opère à la lampe à flamme ou au moyen de grisoumètres.

Les auréoles de la lampe à benzine et de la lampe à huile sont représentées et les grisoumètres du type interférentiel et du type « Verneuil » sont brièvement décrits.

Quant aux poussières de charbon, soulevées par un souffle, elles forment dans l'air des nuages inflammables. Un coup de grisou ou un tir d'explosif peut soulever un tel nuage et l'allumer. C'est le coup de poussières souvent plus catastrophique que le coup de grisou.

Le deuxième chapitre décrit le matériel de minage : explosifs, détonateurs, exploseurs, lignes de tir et ohmmètres.

Les différents types d'explosifs y sont donnés avec leurs caractéristiques et leur degré de sécurité vis-à-vis du grisou. On distingue :

- le type I qui ne présente aucune sécurité. L'explosif le plus utilisé de ce type est la dynamite ;
- le type II ou brisant gainé dont la sécurité relative résulte uniquement de la gaine de sels entourant le noyau explosif de la cartouche ;
- le type III ou S.G.P. gainé, de haute sécurité. Celle-ci est due non seulement à la gaine mais aussi à la composition du noyau ;
- le type IV, de très haute sécurité. C'est l'explosif à ions échangés dont la sécurité vis-à-vis du grisou provient uniquement de sa composition : les cartouches n'étant pas gainées.

Les détonateurs utilisés dans les mines sont à allumage électrique. Un courant de 1,25 A d'une durée de 4 ms est plus que suffisant pour les mettre à feu même quand ils sont connectés en grande série. Suivant le type, ils détonent instantanément ou avec un retard déterminé par un numéro d'ordre entre 1 et 10. L'échelon de retard, c'est-à-dire l'écart en temps entre les explosions de deux numéros successifs, est de 0,5 s (long retard) ou de 30 ms environ (court-retard).

Les détonateurs utilisés actuellement doivent être antigrisouteux. Ils présentent une bonne sécurité vis-à-vis du grisou.

Les exploseurs doivent fournir le courant nécessaire à la mise à feu d'un certain nombre de détonateurs raccordés en série. Ils sont enfermés dans une enveloppe antidéflagrante. Leur débit est limité en durée à 4 ms pour que la ligne de tir et les fils des détonateurs ne soient plus sous tension quand les mines explosent.

La ligne de tir, qui relie l'exploseur aux détonateurs, comporte deux conducteurs isolés accolés ou séparés. La séparation des deux conducteurs est le moyen le plus efficace pour éviter les étincelles aux défauts éventuels dans l'isolant.

L'ohmmètre est un instrument destiné au contrôle du circuit de tir. Il permet au boutefeu de réduire au minimum le risque de raté.

Les explosifs (sauf ceux du type I), les détonateurs, les exploseurs, les lignes de tir et les ohmmètres doivent être agréés par le Directeur Général des Mines avant de pouvoir être utilisés au fond.

Le chapitre III rappelle au boutefeu les expériences auxquelles il a assisté à l'I.N.M. lors de la visite requise pour l'obtention du certificat.

Les premières concernent les explosifs. Une cartouche de dynamite, tirée au mortier dans un mélange inflammable de grisou et d'air, allume ce mélange.

Une cartouche d'un explosif du type III sans gaine, tirée au mortier rainuré, allume également le même mélange et le coup de grisou qui en résulte, soulève la poussière de charbon préalablement déposée dans la galerie et se prolonge en coup de poussière.

Par contre, 13 cartouches d'un explosif du type IV, tirées au mortier rainuré, n'allument pas le mélange grisouteux dans lequel elles explosent.

Les expériences suivantes visent les lampes. Le boutefeu voit comment la lampe à flamme peut être utilisée à la détection du grisou et le danger que ces appareils présentent encore dans des courants d'air grisouteux de grande vitesse. Il peut observer également comment un filament incandescent de lampe électrique portable, mis à l'air libre par le bris de l'ampoule, allume l'atmosphère si elle est inflammable.

Une troisième série d'expériences a pour objet le danger que présentent les étincelles électriques vis-à-vis du grisou et notamment les étincelles des exploseurs jaillissant, soit par contact entre conducteurs de la ligne de tir, soit par l'intermédiaire d'une goutte d'eau salée formant pont électrique entre deux conducteurs dénudés.

Le quatrième chapitre vise les précautions à prendre notamment en ce qui concerne le grisou et les poussières, les explosifs et les détonateurs, les circuits de tir, les exploseurs, le poste de tir et les gardes d'issues, les fumées de tir, etc. Les raisons qui justifient ces précautions sont reprises en détail.

Enfin un dernier chapitre résume le Règlement en ce qui concerne les critères du classement des ateliers de minage et les explosifs à utiliser dans les différents cas.

## TABLE DES MATIERES

PREFACE	645
CHAPITRE I — GRISOU ET POUSSIÈRES DE CHARBON	646
GRISOU - A. Caractéristiques du grisou	646
1) Danger d'explosion	646
2) Danger d'asphyxie	647
3) Danger d'incendie	647
B. Détection du grisou	647
I. Lampe à flamme	647
1) Lampe à benzine	648
2) Lampe à huile	649
II. Grisoumètres interférentiels	650
III. Autres grisoumètres	651
POUSSIÈRES DE CHARBON	651
CHAPITRE II — DESCRIPTION DU MATERIEL DE MINAGE	652
A. Cartouches d'explosifs	652
1) Généralités	652
2) Explosifs non de sûreté (type I)	652
3) Explosifs de sûreté relative (type II)	653
4) Explosifs de haute sûreté (type III)	653
5) Explosifs de très haute sûreté (type IV)	654
B. Détonateurs	655
1) Détonateurs instantanés	655
2) Détonateurs à retard	655
3) Caractéristiques électriques des détonateurs	656
C. Exploseurs	657
D. Lignes de tir	658
E. Ohmmètres	659
CHAPITRE III — EXPERIENCES FAITES A L'I.N.M. EN PRESENCE DES BOUTE- TEFEUX	660
A. Expériences sur les explosifs en galerie expérimentale	660
1) Généralités	660
a) Mortier d'acier à fourneau cylindrique	660
b) Mortier rainuré	661
2) Expériences	662
B. Expériences sur les lampes	663
1) Lampes à flamme	663
Danger des jets d'air comprimé	664
2) Lampes électriques portatives	664
C. Expériences sur le danger des étincelles électriques	665
1) Exploseurs	665
2) Contacts entre les conducteurs des lignes de tir	666
3) Humidité sur les lignes de tir	666
4) Contacts lors du tir	666
5) Mauvais contacts aux ligatures	666
CHAPITRE IV — PRECAUTIONS ESSENTIELLES A PRENDRE PAR LE BOUTE- TEFEU	666
A. Précautions relatives au grisou et aux poussières de charbon	666
B. Précautions relatives aux explosifs et détonateurs	667
1) Comment constituer la charge d'un fourneau de mine ?	667

2) Comment éviter l'explosion des cartouches et détonateurs à l'air libre ?	667
3) Comment éviter les coups débourrants et les culots ? ... ..	669
a) Bourrage efficace ... ..	669
b) Fourneaux de longueur convenable ... ..	669
c) Charge suffisante d'explosif ... ..	670
d) Amorçage correct de la charge d'explosif ... ..	670
e) Emploi de détonateurs de même résistance et de même fabrication pour toutes les mines d'un tir ... ..	671
4) Comment éviter les décapitations et les dénudations ? ... ..	671
5) Comment éviter les explosions intempestives par choc ? ... ..	672
C. <i>Précautions relatives aux circuits de tir</i> ... ..	672
1) Comment obtenir une bonne ligne de tir ? ... ..	672
a) Réalisations soigneuses des ligatures et connexions ... ..	672
b) Bon isolement de la ligne de tir et de ses connexions ... ..	673
2) Comment placer, surveiller et vérifier les circuits de tir ? ... ..	674
D. <i>Précautions relatives aux explodeurs</i> ... ..	675
E. <i>Précautions concernant le poste de tir et les gardes d'issues</i> ... ..	675
F. <i>Précautions vis-à-vis des fumées du tir</i> ... ..	675
CHAPITRE V — CLASSEMENT DES ATELIERS DE MINAGE ... ..	675

**PREFACE**

Messieurs les boutefeux,

La visite que vous avez faite à l'I.N.M. vous a permis de vous rendre compte du danger du grisou et des poussières de charbon.

Vous avez pu voir que les explosifs, les lignes de tir, les détonateurs, les explodeurs, les lampes, etc. sont autant de causes possibles de l'inflammation du grisou.

Vous avez pu constater aussi qu'un tir de mines ou une petite explosion de grisou peut donner naissance à un coup de poussières.

D'autre part, on vous a montré qu'en prenant certaines précautions, il est possible d'éviter ces dangers.

En fait, on vous a mis devant vos responsabilités et je suis sûr que, dorénavant, vous ne minerez plus sans penser à l'énorme flamme qui peut résulter de l'inflammation de quelques mètres cubes de mélange grisouteux ou de quelques kg de poussières de charbon. Une négligence de votre part peut être fatale pour vous-même, ainsi que pour d'autres mineurs.

C'est pour bien illustrer ce qui précède que l'Institut National des Mines a fait éditer la présente brochure.

*Je tiens cependant à attirer spécialement votre attention sur le fait que cette brochure ne remplace ni les consignes de sécurité ni le règlement que vous avez reçus de votre Directeur des travaux et auxquels vous devez vous conformer strictement.*

Elle a pour but de vous rappeler ce que vous avez vu à l'I.N.M. et de vous permettre la meilleure compréhension des consignes et du règlement précités.

Comme on fait mieux ce que l'on a bien compris, je suis convaincu que sa lecture contribuera à accroître votre sécurité et celle de vos compagnons de travail.

Je vous souhaite bonne chance dans votre mission aussi délicate qu'importante et je vous assure que tous les efforts de l'I.N.M. tendent à rendre votre travail de plus en plus sûr.

L'Administrateur-Directeur,  
E. DEMELENNE  
Pâturages, le 1-3-1961

## CHAPITRE I. — GRISOU ET POUSSIÈRES DE CHARBON

L'arrêté ministériel du 26 juin 1959 prescrit, en son article 1, paragraphe 6, que tout agent chargé de l'utilisation des matières explosives doit avoir assisté à une séance d'expériences à l'I.N.M. pour pouvoir obtenir le certificat de capacité.

Cette séance a pour but de permettre aux bouterfeux de se rendre compte par eux-mêmes du danger que présentent le grisou et les poussières de charbon et de les convaincre de la nécessité de prendre des précautions suffisantes pour éviter ce danger.

Mais il convient de rappeler d'abord les caractéristiques de ces deux grands ennemis du mineur : le grisou et les poussières de charbon.

### GRISOU

#### A. Caractéristiques du grisou.

Le grisou est un gaz à base de méthane. *Il n'a pas d'odeur* mais il est parfois accompagné de gaz qui en ont une, tels que des gaz sulfureux. C'est ce qui explique que certains mineurs prétendent déceler le grisou à l'odorat.

Il est cependant bon d'ajouter qu'une odeur anormale dans la mine doit toujours inciter à la prudence.

Le grisou se dégage dans les travaux souterrains des mines par les fissures du charbon, par les remblais et par les fissures des roches avoisinant la couche, notamment à front et le long des galeries en creusement ou des voies de chantiers. Il arrive également que du grisou sorte par les fourneaux de mines.

Ce dégagement est sujet à de fortes et rapides variations : une diminution de la pression barométrique provoque ou accélère la venue du grisou ; une diminution du débit de la ventilation, une modification dans la répartition des courants d'air (par ex. en cas d'ouverture intempestive et prolongée des portes d'aérage), et même les changements que subit la fissuration des roches sont autant de causes d'afflux inopinés de gaz. Et quand on procède au captage du grisou, l'arrêt momentané des extracteurs peut provoquer de fortes accumulations.

Le grisou est plus léger que l'air et tend donc à monter. Il s'accumule dans les points hauts, notamment à la couronne des galeries, dans les excavations au-dessus des cadres. On le rencontre souvent aussi dans les endroits où la ventilation est ralentie, par exemple, dans les culs-de-sac des galeries, les angles supérieurs des tailles, les vides des remblais, etc...

Lorsque sa teneur dans l'air n'atteint pas 6 %, le grisou brûle simplement au contact de la flamme, en allongeant celle-ci.

Mais lorsque cette teneur dépasse 6 %, le grisou présente un danger d'explosion et d'incendie ; si sa teneur est suffisamment élevée, il peut aussi provoquer l'asphyxie.

#### 1. Danger d'explosion.

L'air chargé de 6 à 15 % de grisou, non seulement s'enflamme, mais explose lorsqu'il entre en contact avec une source de chaleur à la température d'environ 650° C. L'explosion n'est pas tout à fait instantanée. Elle se produit avec un léger retard que l'on appelle « retard à l'inflammation », qui diminue lorsque la température de la source de chaleur augmente. A 1.000° C, ce retard n'est plus que d'une fraction de seconde.

Les explosions consécutives au tir des mines sont susceptibles d'enflammer le grisou. Les explosifs de sûreté sont toutefois étudiés et conçus pour ne pas allumer le grisou dans la généralité des cas ; mais le dépassement de la charge limite d'emploi, par exemple, peut les mettre en défaut.

Les explosions, à l'air libre, des détonateurs, même antigrisouteux, peuvent également, dans certaines conditions, enflammer le grisou.

Les étincelles électriques, qui peuvent se produire en cas de défaut à la ligne de tir ainsi qu'aux bornes de l'exploseur et au raccordement des mines, les lampes à flamme en mauvais état, le filament incandescent des ampoules des lampes électriques brisées accidentellement, les étincelles de décharge d'électricité statique produites par les jets d'air comprimé, sont d'autres sources capables d'enflammer le grisou à coup sûr.

#### Coup de grisou.

On désigne par cette appellation les phénomènes à caractère explosif et souvent catastrophique qui se produisent lorsqu'un mélange inflammable d'air et de grisou (6 à 15 % de grisou) s'allume en un point d'un chantier. La flamme se propage alors à très grande vitesse à travers le volume total du mélange grisouteux. Les gaz brûlés ayant une température supérieure à 1.000°, se dilatent brutalement et prennent 4 à 5 fois leur volume initial. Cela a pour effet de repousser l'air grisouteux qui se trouve en avant de la flamme avant qu'il ne prenne feu à son tour. La flamme s'accélère, par conséquent, et est précédée par une chasse d'air qui va, elle aussi, de plus en plus vite. L'expérience montre qu'en fin de compte la flamme s'étend sur une longueur de galerie égale à environ 5 fois la longueur de l'accumulation de grisou.

Mais la chasse d'air qui précède cette flamme peut atteindre une vitesse de plusieurs centaines de

mètres par seconde, ce qui lui donne une grande violence. L'expérience montre que ses effets destructeurs peuvent s'étendre très loin du point d'inflammation en tuant des hommes sur son passage et en causant des dégâts mécaniques importants tels que: éboulements, destruction de matériel etc...

La flamme et la chasse d'air ne sont pas les seuls éléments à craindre dans le coup de grisou; il y a aussi les gaz brûlés qui sont évacués par le courant d'air quand celui-ci se rétablit. Ces gaz brûlés contiennent de l'oxyde de carbone, de l'anhydride carbonique et peu d'oxygène, si bien qu'ils peuvent causer la mort par asphyxie ou intoxication; de plus, comme ils sont très chauds, ils provoquent également des brûlures souvent mortelles.

Enfin, il peut arriver, lorsqu'on se trouve dans une mine dont les poussières de charbon sont inflammables, que l'explosion de grisou provoque un coup de poussières, ce qui aggrave encore le phénomène.

## 2. Danger d'asphyxie.

L'air chargé de plus de 25 % de grisou est asphyxiant par insuffisance d'oxygène. L'asphyxie se produit souvent sans laisser le temps à la victime de réagir. C'est pourquoi il ne faut jamais s'aventurer dans un endroit non ventilé d'une mine sans être muni d'une lampe de sûreté à flamme. Il est à conseiller de se retirer immédiatement si celle-ci vient à s'éteindre.

L'air que nous respirons habituellement contient environ 20 % d'oxygène et 80 % d'azote. La vie humaine devient difficile dès que la teneur en oxygène descend en dessous de 15 %.

En se mélangeant à l'air, le grisou diminue évidemment la teneur en oxygène de celui-ci, si bien que, dès qu'il y a 25 % de grisou dans l'air, l'asphyxie est à craindre. Les accidents survenus dans ces conditions sont malheureusement fréquents et tous les mineurs expérimentés ne l'ignorent pas.

Ces accidents se produisent d'autant plus facilement que la teneur en grisou peut croître très rapidement d'un point à un autre et qu'il suffit de respirer une seule fois dans un milieu à teneur élevée pour perdre connaissance.

*Remarque importante :* Le porteur d'une lampe à flamme doit être particulièrement vigilant lorsqu'il est également muni d'une lampe électrique ou accompagné de quelqu'un pourvu de pareille lampe. En effet, le fort éclairage de la lampe électrique ne permet pas toujours de se rendre compte immédiatement de l'extinction de la lampe à flamme par le grisou.

## 3. Danger d'incendie.

Les mélanges à plus de 15 % de grisou n'explorent plus, mais ils peuvent être allumés et continuer à brûler au contact de l'air.

C'est ainsi qu'on a vu des soufflards, c'est-à-dire des fissures débitant du grisou en grande quantité, allumés par un tir de mines et brûler pendant longtemps.

Le grisou se dégage parfois aussi dans les pierres abattues par un tir et les flammes, mobiles à la surface du tas, sont très difficiles à éteindre. Si le gaz brûle depuis un certain temps, il peut échauffer fortement les roches et allumer du bois ou du charbon. L'extinction n'est pas alors sans danger car elle n'arrête pas l'arrivée du grisou, qui peut former un mélange explosif avec l'air et se rallumer au feu de bois ou de charbon existant et donner lieu à des accidents graves.

## B. Détection du grisou.

Etant donné le danger que présente le grisou et les nombreuses causes d'inflammation que l'on trouve dans la mine, il est d'une importance capitale de pouvoir en déceler la présence. Comme ce gaz est inodore et incolore, il faut un appareil pour le détecter.

La détection du grisou se fait aisément à l'aide d'une lampe à flamme ou d'un grisoumètre interférentiel. Il existe aussi d'autres grisoumètres, basés sur d'autres principes, mais ils sont moins employés actuellement.

### I. Lampe à flamme.

*Principe :* La sécurité de la lampe à flamme est basée sur la propriété physique des tamis de ne pas laisser passer une flamme aussi longtemps que le métal du tamis n'est pas incandescent.

Le tamis se comporte comme s'il était constitué d'innombrables petits tubes métalliques juxtaposés.

Les gaz brûlés sortent de la lampe en traversant ces petits tubes, où ils se refroidissent suffisamment au contact des parois. C'est le physicien anglais Davy qui fit cette découverte et donna son nom à la première lampe à flamme de sûreté. Cette première lampe Davy était pourvue d'un seul tamis de 144 mailles/cm<sup>2</sup>, c'est-à-dire 144 petits tubes par cm<sup>2</sup>. Plus tard, la sécurité de cette lampe fut accrue par le placement d'un second tamis, puis d'une cuirasse métallique de protection.

Toutes nos lampes actuelles doivent être cuirassées et munies de 2 tamis.

Lorsque la teneur en grisou atteint 6 % à l'intérieur de la lampe, il s'y produit une explosion qui consume tout le mélange, mais dont la flamme ne se propage pas à l'extérieur pour les raisons données ci-dessus.

Après l'explosion, la lampe est remplie de gaz brûlés et la flamme de la mèche s'éteint par manque d'oxygène.

La lampe à flamme s'éteint donc lorsqu'elle est plongée dans un mélange de grisou et d'air contenant au moins 6 % environ de grisou.

La flamme normale s'allonge nettement lorsque la teneur est supérieure à 3 %. Mais comme cet allongement peut également être produit par le simple échauffement de la lampe, la détection à la flamme normale est sujette à caution et n'est donc pas recommandable.

La seule méthode correcte est la détection au « petit feu ».

Pour la recherche du grisou par cette méthode, il faut commencer par « faire le petit feu », c'est-à-dire réduire la flamme de la lampe à un point jaune central, plus exactement une partie jaune en forme de lentille, surmontée d'une mince ligne bleue d'environ 1/2 mm d'épaisseur qui est visible dans l'air pur, mais ne doit pas être confondue avec l'auréole due au grisou.

La hauteur totale de la flamme « à petit feu », ainsi obtenue, est de 4 à 5 mm dans les lampes à benzine (à mèche ronde) et de 3 à 4 mm dans la lampe à l'huile (à mèche plate).

Il faut toujours mesurer la hauteur de l'auréole à partir du bord supérieur du tube porte-mèche et il faut, pour apprécier convenablement cette auréole, écarter toute source de lumière.

Lorsqu'il reçoit sa lampe, le boutefeux peut, dans une certaine mesure, en contrôler le bon état et notamment l'absence de fêlure dans le verre, la présence des deux tamis, l'état de la fermeture, la présence du rallumeur éventuel, le verrouillage de la fermeture et le bon fonctionnement du mécanisme de remonte de la mèche.

Le tamis extérieur est visible par les ouvertures supérieures de la cuirasse ; le sommet de ce tamis doit toujours se trouver à 5 mm au moins en dessous des ouvertures supérieures de cette cuirasse. Le tamis intérieur s'aperçoit au travers du verre de la lampe.

Une lampe est bien fermée lorsque le verre se présente bien d'aplomb sur le pot et ne tourne pas et que le pot ne peut être dévissé. Lorsqu'en soufflant sur le joint, entre le verre et le pot, on parvient

à faire vaciller la flamme, il y a lieu de faire vérifier ce joint par le préposé à la distribution des lampes.

Si le rallumeur, du type courant à tige verticale traversant le pot, n'est pas placé, le trou de la tige reste béant et établit une communication directe entre l'intérieur de la lampe et l'atmosphère. En mélange grisouteux inflammable, la flamme sort inévitablement par cette communication et se transmet à l'atmosphère extérieure.

La vérification du bon état des tamis est du ressort du lampiste, à moins que la lampe ne soit présentée ouverte aux boutefeux.

#### 1. Lampe à benzine.

La figure 1 représente une lampe à benzine.

Lorsqu'une lampe à benzine est introduite, au petit feu, dans une atmosphère à teneur en grisou



Fig. 1. — Lampe à benzine.

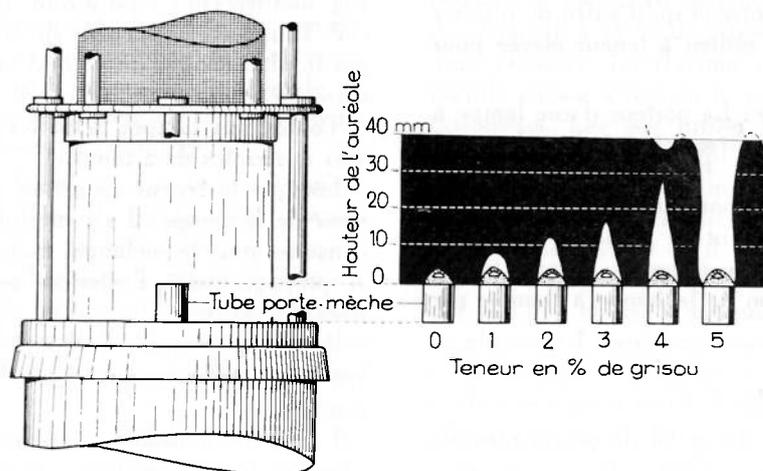


Fig. 2. — Auréoles à la lampe à benzine.

croissante, on constate d'abord l'apparition d'ailes bleues bordant latéralement la flamme de la lampe ; il n'y a pas de pointe visible (fig. 2).

L'auréole présente donc la forme d'un cône tronqué qui, pour 1 % de grisou, atteint 8 mm de hauteur. Elle conserve la même forme tant que la teneur en méthane est inférieure à 1,8 %. Pour cette teneur, l'auréole devient conique et a une hauteur d'environ 12 mm au-dessus du tube porte-mèche. La hauteur d'auréole est de 17 mm pour 3 % de méthane et de 30 mm pour 4 %. A partir de 4 %, l'auréole grandit rapidement, même pour une faible augmentation de la teneur en grisou.

Le sommet de l'auréole monte jusqu'à la naissance de la cuirasse pour 4,5 %. Au-dessus de 4,5 %, la pointe s'élargit, l'auréole devient cylindrique et oscille lentement. Si la teneur augmente encore, le tamis se remplit de flammes bleues qui refluent jusqu'à l'intérieur du verre, puis la lampe s'éteint pour une teneur voisine de 6 % ; à cette teneur, le mélange explose et c'est cela qui provoque l'extinction.

2. Lampe à huile.

La figure 3 représente une lampe à huile.

La lampe à huile est à mèche plate et ne comporte habituellement pas de rallumeur. On vérifie son bon état comme dit plus haut.

Anciennement, cette lampe était alimentée en huiles végétales dont le pouvoir calorifique est inférieur à celui de la benzine. Elle donnait lieu à des auréoles moins hautes que celles de la lampe à benzine.

Maintenant, on n'utilise plus que des huiles minérales et celles-ci donnent à la lampe à huile une sensibilité à peu près équivalente à celle de la lampe à benzine, du moins pour des teneurs égales ou supérieures à 2 %.

Le tableau I permet de comparer les deux types de lampes au point de vue des hauteurs de l'auréole.



Fig. 3. — Lampe à huile.

TABLEAU I.

Teneur en grisou	Hauteur de l'auréole en mm	
	Lampe à huile	Lampe à benzine
1 %	5 mm	8 mm
2	10	12
3	16	17
4	20	30

Comme pour la lampe à benzine, les auréoles de la lampe à huile se mesurent à partir du sommet du tube porte-mèche et se présentent comme indiqué à la figure 4.

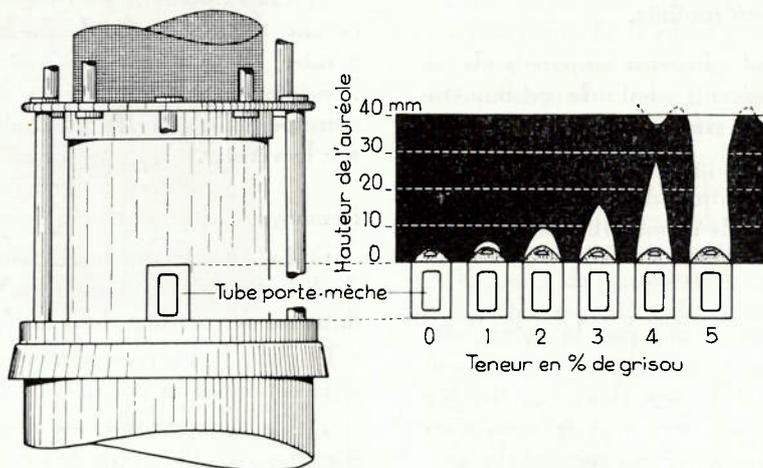


Fig. 4. — Les auréoles du grisou dans la lampe à huile réglée au petit feu.

L'examen des auréoles est plus difficile avec la lampe à huile, à cause des difficultés de réglage de la flamme et de l'encrassement plus rapide de la mèche. Cet encrassement, qui donne des matières charbonneuses incandescentes, nuit à l'observation de l'auréole et crée un risque d'extinction. Aussi faut-il, avant de faire le petit feu, « moucher la lampe », c'est-à-dire nettoyer la mèche au moyen de la « mouchette ».

#### Remarques.

1) La lampe à flamme reste le détecteur le plus simple, toujours à la portée du personnel qualifié. La lampe à benzine permet de déceler le grisou à partir d'une teneur de 1 %, mais la lampe à huile ne marque guère en dessous de 2 %.

2) Dans les endroits suspects, angles de taille, excavations en cul-de-sac, etc..., la lampe est un bon détecteur, à condition d'être sûr qu'elle est en bon état et de la manipuler sans précipitation. Il ne faut jamais la retirer brutalement de l'atmosphère inspectée.

3) Quand on voit l'auréole grandir exagérément, il convient d'éviter, autant que possible, de pousser l'inspection jusqu'à l'extinction de la lampe.

4) Lorsque l'on introduit une lampe à flamme dans une atmosphère à plus de 5 % de grisou, il arrive que celui-ci continue à brûler à l'intérieur des tamis, après disparition de la flamme éclairante. Pour éteindre une lampe qui brûle dans ces conditions, il suffit de la recouvrir entièrement avec un linge ou un vêtement de façon à supprimer l'entrée du mélange air-grisou.

5) Il convient d'insister d'une manière particulière sur le fait que les hauteurs d'auréoles indiquées ci-dessus sont toujours comptées à partir du sommet du tube porte-mèche : c'est donc la hauteur entre le sommet de l'auréole et le bord supérieur de ce tube ; celui-ci est le meilleur niveau de référence, c'est le seul fixe.

## II. Grisoumètres interférentiels.

Il existe actuellement plusieurs appareils de ce genre, mais les plus récents sont : le grisoumètre Riken-Keiki (fig. 5) et le grisoumètre Zeiss.

La différence entre ces appareils porte simplement sur des détails de réalisation du système optique. Tous deux sont basés sur le même principe.

#### Principe.

Deux rayons lumineux, émis par la même ampoule, passent l'un dans une chambre contenant toujours de l'air pur et l'autre dans la chambre d'analyse. Ces deux rayons sont ensuite superposés dans le champ d'un microscope sur une échelle graduée en % de grisou.

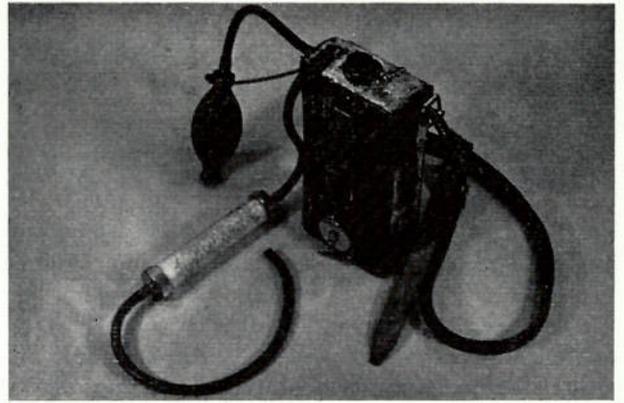


Fig. 5. — Grisoumètre Riken-Keiki.

Par cette superposition, ils donnent lieu à toute une série de franges d'interférence colorées, visibles dans le microscope. L'une d'elle est noire. Quand la chambre d'analyse contient de l'air pur, cette frange doit être au zéro de l'échelle.

Quand la chambre contient de l'air grisouteux, cette frange se déplace vers la droite et indique sur l'échelle la teneur en grisou.

#### Mode d'emploi.

1) Vérifier le zéro avant l'utilisation de l'appareil.

A cette fin, aspirer de l'air pur dans la chambre d'analyse en donnant cinq coups de poire au moins. Appuyer sur l'interrupteur d'allumage de l'ampoule et regarder dans l'oculaire si la raie noire est bien sur le zéro de la graduation. Si elle n'y est pas, l'y amener à l'aide du bouton moleté placé à droite au bas de l'appareil.

2) Analyse du méthane :

- a) placer l'extrémité du tuyau d'aspiration en caoutchouc à l'endroit du prélèvement ;
- b) donner cinq coups de poire au moins ;
- c) appuyer sur l'interrupteur ;
- d) regarder dans l'oculaire et lire la teneur indiquée par la raie noire.

Certains appareils sont munis d'un vernier. Dans ce cas, il suffit, à l'aide du bouton actionnant ce vernier, d'amener la raie noire sur la graduation immédiatement inférieure et d'ajouter à la teneur correspondant à cette graduation les dixièmes lus sur le vernier.

#### Remarques.

1) Le grisoumètre interférentiel donne le résultat de l'analyse des quelques cm<sup>3</sup> d'échantillon introduits en dernier lieu dans la chambre.

Dès que l'on a prélevé à l'endroit voulu, il ne faut plus actionner la poire.

2) Ce grisoumètre est un excellent appareil d'analyse, d'ailleurs de toute sécurité, mais ses indications peuvent être faussées pour des gaz d'in-

ce qu'on a pu faire de vieux travaux. Ceux-ci contiennent généralement du  $\text{CO}_2$  en forte proportion pour lequel la cartouche absorbante de l'appareil n'est pas prévue. Cette dernière ne retient dès lors qu'une petite fraction de  $\text{CO}_2$  et le reste, passant dans la chambre d'analyse, s'ajoute au méthane de la lecture. Dans ces conditions, l'appareil donnera des indications trop fortes.

### III. Autres grisoumètres.

Un autre grisoumètre dont l'emploi commence à se répandre en Belgique est le grisoumètre « Verneuil » dont nous dirons également quelques mots.

#### Principe de fonctionnement.

L'air à analyser est introduit dans la chambre d'analyse de l'appareil au moyen d'une poire extérieure ou d'une petite pompe faisant partie de l'instrument.

Le fonctionnement de cet appareil est basé sur la combustion du grisou au contact d'un filament de platine dans lequel passe un courant électrique fourni par une pile. Cette combustion augmente la température du filament et par conséquent sa résistance électrique en fonction de la teneur en grisou de l'échantillon à analyser. L'appareil mesure l'augmentation de cette résistance électrique, mais l'exprime directement en % de grisou sur son cadran.

#### Description.

L'appareil se compose d'un boîtier et d'une prise en caoutchouc (fig. 6).



Fig. 6. — Grisoumètre « Verneuil ».

Le boîtier contient la pile d'alimentation, la chambre d'analyse avec ses filaments ainsi que le dispositif et l'instrument de mesure, celui-ci gradué de 0 à 3 % de méthane ou de 0 à 5 %.

Il est muni d'un bouton-poussoir d'enclenchement, l'appareil n'étant évidemment mis en fonctionnement que pour l'analyse, et des boutons moletés pour le réglage du zéro et la compensation de la baisse de la tension de la pile.

#### Mode d'emploi.

Pour obtenir des lectures exactes, il faut que la tension d'alimentation fournie par la pile soit correcte et que l'instrument indique zéro quand on analyse de l'air pur.

Avant de descendre dans la mine, il faut donc d'abord régler la tension d'alimentation et ensuite le zéro. Ces manipulations, simples, demandent cependant une initiation avec instrument en mains. La tension devra être vérifiée au fond en cours de tournée. Le contrôle du zéro, qui se fait par aspiration d'air pur, ne peut évidemment être effectué qu'à la surface.

Pour utiliser l'appareil, on place l'extrémité libre du tube en caoutchouc raccordé à la poire, à l'endroit choisi pour le prélèvement et on donne 6 à 8 coups de poire pour balayer la chambre d'analyse et y introduire l'échantillon.

On appuie ensuite franchement sur le bouton-poussoir et on lit la teneur indiquée au maximum de la déviation de l'aiguille.

#### Remarques.

1) Le réglage du zéro est une opération commune à tous les analyseurs mais, pour celui-ci, il faut de plus s'assurer assez souvent de l'exactitude de la tension d'alimentation.

2) Comme au grisoumètre interférentiel, l'analyse porte uniquement sur les derniers centimètres cubes introduits dans la chambre d'analyse.

3) Les résultats ne sont pas influencés par la teneur de l'échantillon en  $\text{CO}_2$  ou en vapeur d'eau.

### POUSSIERES DE CHARBON

Les poussières fines de certains charbons, plus spécialement de charbon gras, sont capables de former, en suspension dans l'air, un nuage de poussières inflammables. Le « coup de poussières » a des effets explosifs semblables à ceux du coup de grisou ; ils sont même souvent beaucoup plus étendus car les poussières de charbon sont plus répandues dans l'ensemble des galeries d'une mine que ne le sont les mélanges grisouteux.

Le coup de poussières s'explique comme suit.

La fine poussière de charbon déposée sur le sol, les parois des galeries et les éléments du soutènement et du matériel peut être mise en suspension dans l'air de la galerie par le souffle des premières explosions d'un tir de mines à retard. La flamme d'une mine suivante peut alors mettre à feu le nuage ainsi formé.

La chasse d'air, qui précède la flamme du coup de poussières, soulève de nouvelles poussières et l'inflammation peut se propager ainsi à des distances considérables.

De même, la chasse d'air d'une petite explosion de grisou peut mettre les poussières de charbon en suspension et le coup de grisou se double alors d'un coup de poussières qui peut devenir catastrophique.

Ce sont les petites explosions de grisou qu'il faut craindre particulièrement, car ce sont elles qui sont les plus aptes à déclencher le phénomène.

Pour éviter l'extension des coups de poussières, il faut schistifier les galeries et y placer des arrêts-barrages, tout au moins dans les mines où la teneur en matières volatiles du charbon dépasse 14 %.

La schistification consiste à répandre dans les ga-

leries une poussière inerte très fine (craie par exemple) en quantité telle que le nuage soulevé ne soit plus inflammable.

Les arrêts-barrages sont constitués par des planches suspendues transversalement et d'une manière instable à la partie supérieure des galeries et chargées de poussières inertes très fines.

Ces planches sont renversées par la chasse d'air du début du coup de poussières éventuel et le nuage de poussières fines inertes forme un barrage qui arrête la flamme.

Actuellement, dans certains pays, on fait des essais de fixation des poussières au moyen d'une pâte de sel que l'on applique sur les parois et l'aire des galeries. Ce procédé paraît devoir donner de bons résultats.

## CHAPITRE II. — DESCRIPTION DU MATERIEL DE MINAGE

### A. Cartouches d'explosif.

#### 1. Généralités.

Un explosif est un produit chimique capable de se décomposer instantanément sous l'effet de l'amorçage en dégageant une grande quantité de gaz à haute température. Enfermé dans un fourneau de mine, il y développe de ce fait une très forte pression qui déplace et fragmente les roches.

Le règlement belge classe les explosifs utilisés dans les mines suivant 4 types, à savoir :

Type I. — Les explosifs non de sûreté.

Type II. — Les explosifs de sûreté relative.

Type III. — Les explosifs de haute sûreté.

Type IV. — Les explosifs de très haute sûreté.

A part les explosifs du type I qui ne présentent aucune sécurité et ne peuvent donc être utilisés dans les endroits où il est possible de trouver du grisou ou des poussières de charbon, tous les autres explosifs doivent être agréés par le Directeur Général des Mines et, pour cela, satisfaire à des essais concernant l'aptitude à la détonation et surtout la sécurité vis-à-vis du grisou et des poussières de charbon.

Ces essais sont faits à l'Institut National des Mines.

*Charge limite d'emploi* : Pour chaque type d'explosif de sûreté, les essais d'agrément déterminent la charge limite d'emploi, c'est-à-dire la charge maxima qui peut être introduite dans chaque fourneau de mine. Pour une charge plus forte, l'explosif perd une grande partie de la sécurité pour laquelle son emploi a été prévu, du fait que le grisou est exposé à des températures exagérées et peut alors s'enflammer. *La charge limite ne peut donc, en aucun cas, être dépassée lors du chargement.* Elle est différente d'un type d'explosif à l'autre.

#### 2. Explosifs non de sûreté (type I).

Ils comprennent les dynamites et certains explosifs difficilement inflammables. *Les cartouches non de sûreté sont toutes caractérisées par leur enveloppe qui porte une bande rouge de 20 mm de largeur à chaque extrémité et l'indication « type I ».*

a) *Les dynamites sont gélatinisées, c'est-à-dire que la nitroglycérine qu'elles contiennent n'est pas libre mais fixée au moyen de nitro-coton dans une gélatine, d'où leur consistance plastique.*

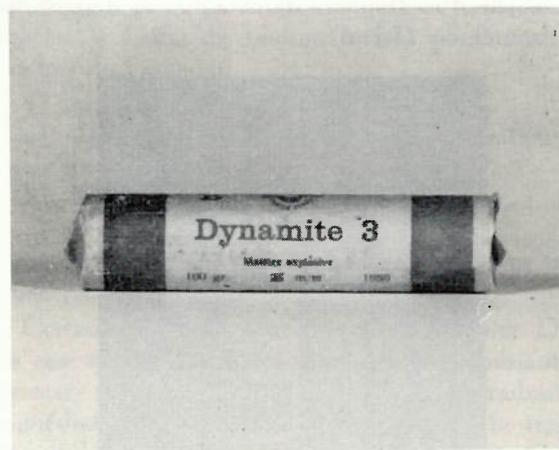


Fig. 7. — Aspect d'une cartouche de dynamite.

*Les cartouches portent sur l'enveloppe l'inscription « Dynamite » en rouge.*

Outre la nitroglycérine, les dynamites contiennent divers constituants dont le principal est le nitrate ammonique. Leur teneur en nitroglycérine est comprise entre 25 et 85 %.

Les dynamites sont désignées dans l'ordre « Dynamite 3 », « Dynamite 2 » et « Dynamite 1 », selon leur teneur en nitroglycérine, la dynamite 1 ayant la plus haute teneur et étant donc la plus brisante.

Les dynamites sautent parfaitement sous eau.

Une seule cartouche suffit pour enflammer le grisou, dans les conditions de tir les moins sévères.

Les dynamites modernes sont ingélives, c'est-à-dire ne gèlent pas aux températures hivernales communes sous nos climats.

Elles s'altèrent lorsqu'elles sont entreposées dans de mauvaises conditions, et changent de consistance parce que le nitrate ammonique très hygroscopique qu'elles contiennent absorbe l'eau des atmosphères humides ; les cartouches ramollies ou rendues visqueuses par l'eau absorbée doivent être rebutées.

b) Les explosifs difficilement inflammables du type I contiennent surtout du nitrate ammonique, et un peu de nitroglycérine ou de T.N.T.

Les cartouches portent sur l'enveloppe l'inscription « explosif difficilement inflammable » en rouge ».

Ces explosifs ne sont pas appropriés aux minages sous eau.

Ils ont une consistance pulvérulente ou semi-pulvérulente.

Ils s'altèrent facilement en atmosphère humide. Une seule cartouche suffit également pour allumer le grisou.

Les explosifs du type I ne peuvent être utilisés que dans les ateliers de minage du groupe A (tableau II en fin de texte).

Leur usage est défendu lorsque l'on constate à front de l'atelier, à la vue ou au cours du forage des trous de mine, la présence de remblai ou de charbon titrant moins de 40 % de cendres et provenant de veines dont la puissance totale est égale ou supérieure à 30 cm.

### 3. Explosifs de sûreté relative (type II).

Leur sécurité est uniquement basée sur la présence d'une gaine. Ils comprennent certains explosifs difficilement inflammables, présentés en cartouches gainées caractérisées par leur enveloppe, qui porte une bande bleu d'outremer de 20 mm de largeur à chaque extrémité, ainsi qu'en bleu d'outremer également l'indication « type II » et l'inscription « Explosif difficilement inflammable ».

Les cartouches gainées du type II sont constituées d'un noyau d'explosif difficilement inflammable et d'une gaine inerte.

Le noyau a une composition basée sur le nitrate ammonique et adapté en vue d'une brisance appropriée.

La gaine inerte constitue autour du noyau un manteau de matières qui réduisent le risque d'inflammation du grisou (sel, bicarbonate de soude, terre plastique, etc.). C'est un tube formé par un certain nombre d'anneaux de sel comprimé ou bien fabriqué d'une seule venue au moyen d'une composition à base de terre plastique. Le noyau explosif pèse normalement 100 g ; il est introduit directe-

ment, le plus souvent sans interposition de papier, dans la gaine qui peut peser de 170 à 280 g.

Les explosifs de sûreté du type II satisfont à une épreuve au tir d'angle en grisou, mais sans paroi de choc.

Leur charge limite d'emploi est de 1.000 g ; ils ne peuvent être employés que dans les ateliers de minage A et B, et sont proscrits de l'atelier B lorsque l'on constate à front de cet atelier, à la vue ou au cours du forage, la présence de remblai ou de charbon titrant moins de 40 % de cendres et provenant de veines dont la puissance totale est égale ou supérieure à 30 cm.

Ils ne sont pas appropriés aux minages sous eau. *Remarque.*

La sécurité relative au grisou et aux poussières est basée uniquement sur la présence de la gaine, dont la pulvérisation lors de l'explosion forme écran entre les fumées de la détonation et un milieu inflammable éventuel : cette gaine constitue le seul élément de sécurité ; il est donc strictement interdit de l'enlever.

### 4. Explosifs de haute sûreté (type III).

Ils comprennent certains explosifs difficilement inflammables présentés en cartouches, gainées ou non, caractérisées par leur enveloppe, qui porte une bande noire de 20 mm de largeur à chaque extrémité, ainsi qu'en noir également l'indication « type III » et l'inscription « Explosif difficilement inflammable (fig. 8 et 9).

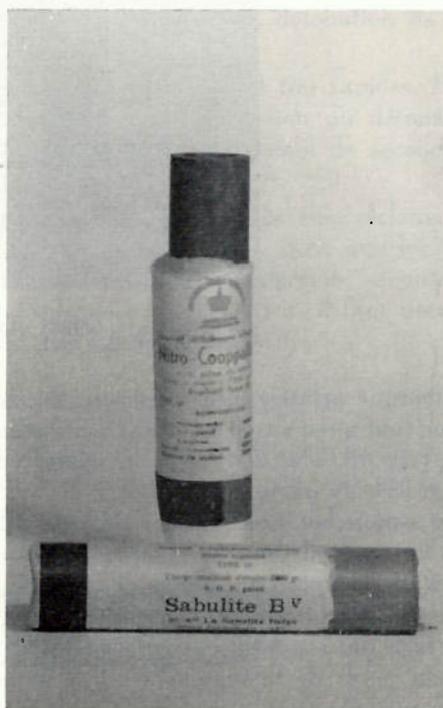


Fig. 8. — Aspect de cartouche d'explosif gainé à tube unique; une partie de la gaine a été enlevée pour faire apparaître le noyau d'explosif.

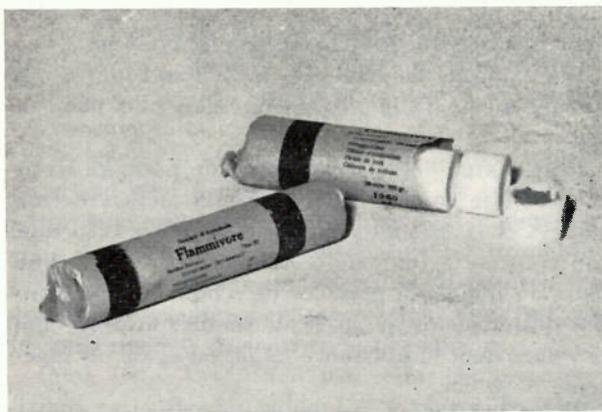


Fig. 9. — Aspect de cartouches d'un explosif gainé par anneaux de sel.

a) Les cartouches gainées du type III sont constituées comme celles du type II, avec la différence que le noyau au nitrate ammonique a une brisance moins élevée et contient 20 à 25 % de sel (chlorure sodique) destiné à assurer une certaine sécurité qui est encore accrue par la présence de la gaine.

Le poids de matière gainante est d'au moins 130 g par 100 g d'explosif constituant le noyau.



Fig. 10. — Aspect d'une cartouche d'explosif à ions échangés.

La remarque relative aux explosifs du type II s'applique tout aussi strictement aux cartouches gainées du type III, c'est-à-dire qu'en aucun cas, on ne peut enlever la gaine.

b) Les cartouches non gainées du type III contiennent un explosif dont la sécurité au grisou est basée sur sa composition propre. Cet explosif ne comporte plus de nitrate ammonique et de chlorure sodique, mais des sels à ions échangés formant 90 % environ du poids de la cartouche ; il y a en plus 10 % de nitroglycérine simplement mélangée aux sels.

Cette nitroglycérine explose sous l'effet du détonateur : si la charge est toujours bien enfermée dans

le trou de mine, les sels à ions échangés explosent à leur tour et la mine travaille au mieux ; si par contre, la charge a été dénudée pour une cause quelconque et se trouve à l'air libre, les sels à ions échangés, non seulement n'explosent pas, mais constituent un écran favorable à la sécurité.

Les explosifs de sûreté du type III satisfont à une épreuve au tir d'angle en grisou, mais sans paroi de choc, ainsi qu'à une épreuve au tir débourrant au mortier cylindrique.

Leur charge d'emploi est de 1.000 g. Elle est toutefois ramenée à 800 g dans les ateliers de minage des groupes C et D lorsqu'on y constate du charbon ou du remblai dans les conditions mentionnées ci-dessus pour les types I et II.

Les explosifs de sûreté du type III ne sont pas appropriés aux minages sous eau.

#### 5. Explosifs de très haute sûreté (type IV).

Ils comprennent certains explosifs difficilement inflammables, présentés en cartouches non gainées caractérisées, comme les cartouches du type III, également par la couleur noire, sauf que l'enveloppe porte l'indication « Type IV » (fig. 10). Il s'agit uniquement d'explosifs à ions échangés. Les explo-

sifs de sûreté du type IV satisfont à l'épreuve la plus difficile du « tir d'angle » en grisou, avec paroi de choc. Leur charge limite d'emploi est à présent de 1.300 g. Ce sont les explosifs les plus sûrs actuellement.

#### 6. Remarques.

a) Nous avons vu que les explosifs de sûreté encartouchés gainés ne peuvent en aucun cas être tirés sans gaine.

Il peut arriver que, lors de l'introduction du détonateur dans la cartouche, le noyau glisse partiellement hors de la gaine. Il faut alors réintroduire

complètement le noyau dans la gaine, faute de quoi la cartouche n'est plus de sûreté.

Cette constatation a été faite à l'I.N.M., où l'on a obtenu l'inflammation du grisou lorsqu'une partie du noyau sort de la gaine, ne fût-ce que de quelques centimètres.

b) A part les dynamites, tous les autres explosifs qui sont par ailleurs classés difficilement inflammables sont très sensibles à l'action de l'humidité.

Il faut donc ménager leur enveloppe en papier paraffiné, destinée à protéger le contenu d'une altération excessive.

Pour l'emploi sous eau ou dans des trous de mine fort humides, il est bon d'avoir recours à un fourreau en matière plastique de bonne qualité ; ce fourreau reçoit la file de cartouches, et son orifice est soigneusement ligaturé sur les fils du détonateur avant d'introduire l'ensemble dans le trou de mine bien calibré.

c) Les cartouches gainées ont un diamètre de 36 mm, tandis que les cartouches d'explosifs à ions échangés ont un diamètre de 30 mm.

**B. Détonateurs.**

La détonation d'une cartouche d'explosif est provoquée au moyen d'un détonateur. Cet engin amorce la réaction détonante, qui se propage dans l'explosif. La cartouche munie de son détonateur s'appelle la « cartouche-amorce ».

La détonation se communique aux autres cartouches constituant la charge du trou de mine.

Seuls les détonateurs électriques sont autorisés dans les travaux souterrains des mines.

La figure 11 donne une vue d'un détonateur électrique. Celui-ci se présente sous la forme d'un tube en cuivre de 7 mm de diamètre, duquel sortent deux fils en cuivre isolés.

**1. Détonateurs instantanés (fig. 12).**

Le tube d'un détonateur contient une charge explosive comprimée dans le fond de celui-ci, et un inflammateur électrique solidaire du bouchon de fermeture.

L'inflammateur est une pilule constituée de matières pyrotechniques (inflammables) agglomérées autour d'un filament très fin, qui relie entre eux les deux fils du détonateur. Le passage d'un courant électrique suffisant chauffe le filament et provoque l'inflammation de la pilule ; la flamme produite est très chaude.

La charge explosive du détonateur comporte une certaine quantité d'explosif secondaire (T.N.T. ou analogue) logée au fond du tube, et surmontée d'une petite charge de fulminate de mercure ou analogue maintenue en place dans une capsule de cuivre à orifice central. Le fulminate apparaît donc à découvert suivant une petite surface exposée directement à l'action de l'inflammateur électrique (pilule). L'élévation locale de température produite par l'inflammateur provoque la détonation du fulminate ; cette détonation se propage alors à l'explosif secondaire, qui la renforce et donne au détonateur la puissance voulue.

Le règlement prescrit que cette puissance doit être suffisante pour provoquer la détonation de la cartouche-amorce.

Tous ces phénomènes sont très rapides. Entre le lancer du courant et l'explosion du détonateur, il s'écoule tout au plus 2 millièmes de seconde, si le courant atteint au moins 1 A.

La manipulation des détonateurs réclame certaines précautions élémentaires. Bien que les détonateurs actuels présentent une grande sécurité vis-à-vis des explosions intempestives, il faut notamment éviter de tirer sur leurs fils.

**2. Détonateurs à retard (fig. 13).**

Ils sont analogues aux détonateurs instantanés, sauf que l'inflammateur ne peut agir sur la charge

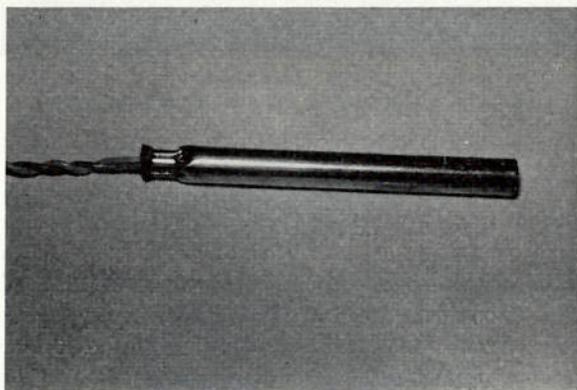


Fig. 11. — Vue d'un détonateur électrique.

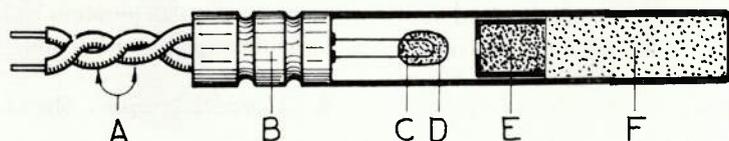


Fig. 12. — Coupe longitudinale d'un détonateur électrique instantané :  
 A. 2 conducteurs électriques  
 B. bouchon isolant serti  
 C. fil de pont  
 D. poudre d'amorce  
 E. capsule avec fulminate de mercure  
 F. explosif secondaire brisant.

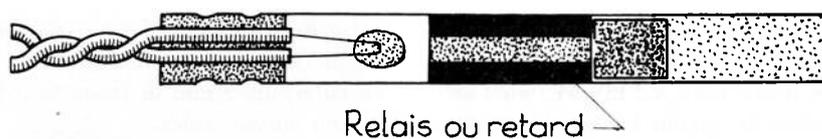


Fig. 13. — Coupe longitudinale d'un détonateur à retard.

explosive que par l'intermédiaire d'un élément-retard contenant une poudre relais.

Cette poudre n'a rien d'un explosif, c'est une composition pyrotechnique (inflammable) qui entre en combustion sous l'effet de l'inflammeur et brûle régulièrement avant de transmettre le feu à l'explosif initiant.

On conçoit donc que, suivant la longueur de l'élément-retard, il s'écoule un délai plus ou moins grand entre le fonctionnement de l'inflammeur et l'explosion du détonateur.

On distingue les détonateurs à long retard et les détonateurs à court-retard (ou à *micro-retards*).

Les premiers peuvent appartenir à 10 numéros distincts, échelonnés de 0 à 10 ; les seconds peuvent comporter des numéros de retard allant de 0 à 16.

Les deux séries se différencient par le délai qui s'écoule entre les explosions de deux détonateurs de numéros de retard consécutifs, mis à feu en même temps.

Ce délai est de  $1/2$  seconde pour les détonateurs à long retard et de 20 à 35 millièmes de seconde pour ceux à court retard.

Dans une série à longs retards, le détonateur de retard numéro zéro explose instantanément, les autres suivent de demi-seconde en demi-seconde ; le numéro 10 explose donc 5 s après le numéro 0. Dans une série à courts-retards, le numéro 1 explose par exemple 30 ms après le numéro zéro, le numéro 2, 30 ms après le numéro 1, et ainsi de suite. Le numéro 10 explose 300 millièmes de seconde après le numéro zéro, c'est-à-dire dans un délai de 0,3 s bien inférieur à celui de 0,5 s qui s'échelonne entre les détonations successives d'une série à longs retards. Le délai de  $1/2$  s suffit pour le fonctionnement des 16 numéros d'une telle série à courts-retards.

L'emploi des détonateurs à retard permet de miner en une seule fois tout un front de galerie qui, avec des détonateurs instantanés, ne pourrait être miné qu'en volées successives. On évite ainsi les dangers, les difficultés et les pertes de temps dus à plusieurs chargements et tirs successifs.

Les détonateurs instantanés et à court-retard sont beaucoup plus sûrs vis-à-vis du grisou et des poussières de charbon que les détonateurs à long retard pour les raisons suivantes :

1) la durée du tir est beaucoup plus courte, ce qui réduit la probabilité d'une venue de grisou pendant le tir ;

2) le danger de décapitation ou de dénudation d'une mine par une autre peut être fortement réduit comme exposé au chapitre IV.

En outre, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1960, le règlement belge exige l'emploi de détonateurs à court-retard, dits « antigrisouteux ». Ces détonateurs sont d'une sécurité beaucoup plus grande vis-à-vis du grisou et les poussières de charbon que les détonateurs à court-retard que l'on utilisait avant cette date.

On a pu réaliser ces détonateurs antigrisouteux en modifiant, soit la composition de la poudre du relais, soit la forme du tube métallique contenant cette poudre ; certains de ces détonateurs sont pourvus d'une frette extérieure à l'endroit du tube relais (fig. 14).

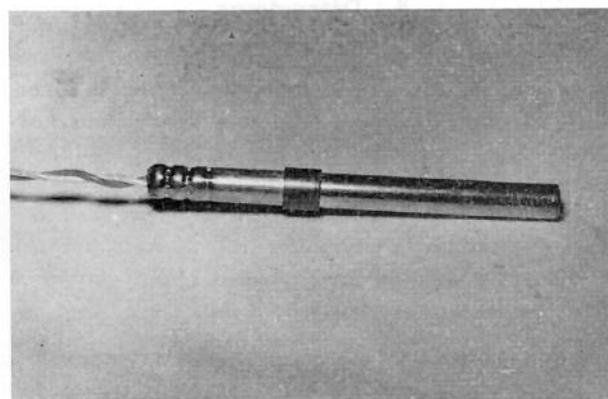


Fig. 14. — Détonateur antigrisouteux avec frette.

Ces détonateurs antigrisouteux ne sont cependant pas encore d'une sécurité absolue, car leur explosion peut allumer le grisou lorsqu'ils sautent à l'air libre dans certaines conditions de confinement. L'emploi des détonateurs antigrisouteux est devenu réglementaire depuis qu'il a été reconnu qu'un détonateur à court-retard non antigrisouteux explosant dans une atmosphère grisouteuse provoque fréquemment l'inflammation de celle-ci, même si ce détonateur explose dans une cartouche d'explosif de sécurité.

L'explosion d'une cartouche d'explosif de sécurité amorcée d'un détonateur antigrisouteux n'enflamme normalement pas le grisou.

### 3. Caractéristiques électriques des détonateurs.

Ces caractéristiques sont celles de l'inflammeur, c'est-à-dire notamment du filament ou fil de pont qu'il contient.

On conçoit que, pour avoir un fonctionnement identique, plusieurs détonateurs doivent être munis d'inflamateurs aussi semblables que possible.

Dès lors, on ne peut constituer un circuit de tir au moyens de détonateurs provenant de fabrications différentes, ce dont on peut s'assurer si l'on remarque :

1) qu'un détonateur instantané est muni de fils isolés de même teinte (par ex. orange-orange) ;

2) qu'un détonateur à long retard est muni de fils isolés de même teinte (par. ex. orange-orange), sur l'un desquels est fixé un papillon indiquant le numéro du retard ;

3) qu'un détonateur à court retard est muni de fils isolés de teintes différentes (par. ex. orange-rouge), sur l'un desquels est fixé un papillon indiquant le numéro du retard.

Compte tenu des indications ci-dessus, y compris éventuellement la présence d'un papillon, les détonateurs, faisant partie d'une même volée de mines, doivent être identiques au point de vue de la couleur des fils.

Les détonateurs ont une résistance électrique totale, c'est-à-dire fils conducteurs inclus, comprise entre 1,5 et 2,5 ohms. Cette résistance est indiquée sur les emballages ; il s'agit évidemment d'une valeur moyenne.

Pour un même lot, les résistances extrêmes ne peuvent différer de plus de 0,2 ohm.

Pour faire sauter, sans raté, une volée de détonateurs raccordés en série, il faut lancer dans le circuit un courant électrique d'au moins 1,25 A.

### C. Exploseurs.

L'exploseur est l'appareil qui fournit le courant électrique nécessaire pour faire sauter les détonateurs d'une volée de mines.



Fig. 15. — Boîtier exploseur.

Il comprend une dynamo placée dans une boîte métallique (fig. 15). Le joint entre la boîte et son couvercle est un joint antigrisouteux, c'est-à-dire qu'une explosion intérieure ne peut se propager à l'extérieur ; c'est un joint plat dressé ou un joint à emboîtement (fig. 16). Ce couvercle est fixé au moyen de vis à tête spéciale.

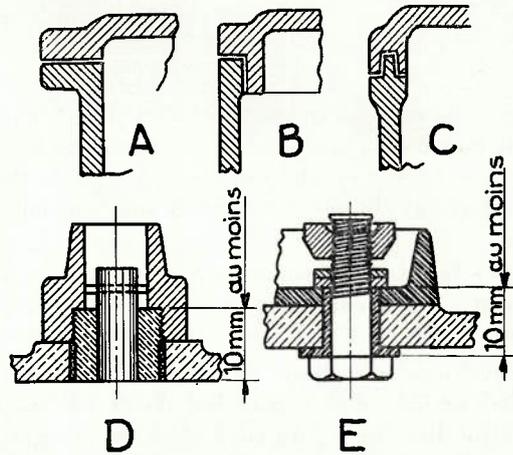


Fig. 16. — Quelques détails sur la construction des exploseurs antigrisouteux.

A.B.C. montrent l'assemblage de la cuvette et de son couvercle par joint plat, par joint à simple emboîtement et par joint à double emboîtement.

D. représente le passage de la tige de commande à travers le couvercle et

E. le passage d'une borne.

Extérieurement, l'exploseur porte deux bornes de prise de courant pour la fixation des conducteurs de la ligne de tir. Après enlèvement de leur gaine isolante sur la longueur nécessaire, les extrémités des conducteurs de la ligne doivent être bien serrées sous les écrous des bornes pour réduire au minimum la résistance au passage du courant et éviter la production d'étincelle au moment de la manœuvre. Dans le même but, les bornes et les extrémités des conducteurs doivent être bien propres.

Les bornes de prise de courant sont soigneusement isolées. Elles sont de plus séparées par une cloison isolante de manière à éviter tout court-circuit intempestif entre elles par l'un ou l'autre fil des conducteurs de la ligne (fig. 16 et 17).

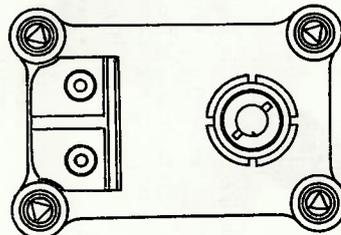


Fig. 17. — Vue du dessus de l'exploseur (à remarquer l'isolement soigné des bornes).

Les exploseurs portent, comme indiqué à la figure 15, une plaque mentionnant : le nom du construc-

teur, les type, numéro et année de fabrication, la date et le numéro d'agrément, la résistance en ohms du circuit le plus chargé pour lequel l'exploseur est prévu et le courant débité pour cette résistance (1,25 A au moins).

L'organe de manœuvre (manivelle ou crémaillère) doit être amovible.

Tous les exploseurs doivent contenir deux sécurités :

- un dispositif qui ne lance le courant dans la ligne qu'au moment où l'intensité de ce courant est maximum ;
- un mécanisme spécial qui limite à 4 ms la durée de passage du courant lancé dans le circuit de tir.

De ce fait, les exploseurs sont des appareils délicats qui ne peuvent être réparés que par des spécialistes.

L'enveloppe métallique doit être de construction antidéflagrante ; ceci a pour but d'éviter le danger des étincelles qui surgissent dans le mécanisme même. Ces étincelles seraient, en effet, susceptibles d'enflammer le grisou.

L'étincelle est encore plus dangereuse si elle surgit à l'air libre ; rapprocher et écarter les conducteurs pendant le fonctionnement de l'exploseur est une imprudence grave. Il ne faut donc jamais vérifier si l'exploseur fonctionne ou si le courant passe dans le circuit en opérant de cette façon.

Certains types d'exploseurs sont commandés directement par une manivelle ou une crémaillère actionnée par le boutefeux (fig. 18 et 19). Ils donnent des résultats différents suivant la vigueur de la manœuvre.

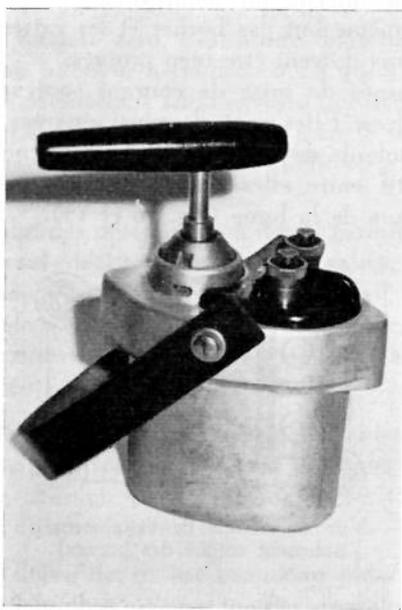


Fig. 18. — Petit exploseur à manivelle.

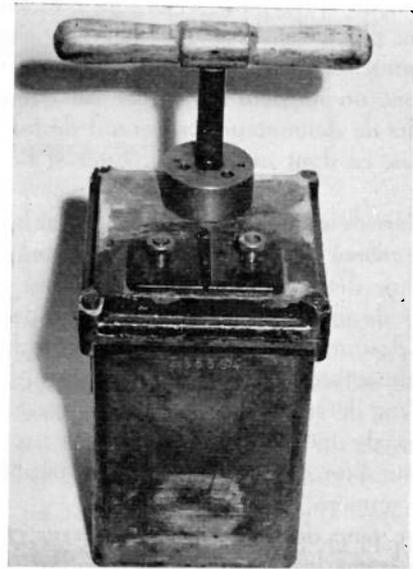


Fig. 19. — Exploseur à crémaillère.

Il peut en résulter des ratés surtout dans les tirs comportant un nombre de mines important, voisin de la limite de la puissance de l'appareil.

Les exploseurs modernes à crémaillère ou à manivelle sont pourvus d'une sécurité qui ne permet le passage du courant que lorsque la manœuvre est assez énergique.

Néanmoins, dans les tirs quelque peu importants, il est recommandable de faire usage d'exploseurs à ressort (fig. 15).

Ces appareils comportent deux axes dans lesquels on introduit successivement la manivelle ; le premier axe sert à remonter l'appareil en bandant le ressort à fond ; on introduit ensuite la manivelle dans le second trou et, d'un léger mouvement, on écarte le cliquet qui maintient le ressort bandé ; dès lors, le ressort se détend et imprime toujours la même vitesse à la dynamo qui donne ainsi toute sa puissance. On est donc à l'abri d'une manœuvre insuffisamment énergique du boutefeux.

Bien entendu, ces appareils doivent être munis d'un dispositif de sécurité empêchant le déclenchement quand le ressort n'est pas remonté à fond.

#### D. Lignes de tir.

La ligne de tir est celle qui relie l'exploseur aux détonateurs. Ceux-ci, raccordés obligatoirement en série, forment avec la ligne et l'exploseur le circuit de tir.

La ligne comporte deux conducteurs isolés. L'un sert à l'aller du courant électrique vers le front tandis que l'autre sert au retour du même courant à l'exploseur (fig. 20 et 21).

Le long de la ligne de tir peuvent se produire, pendant le passage du courant, des étincelles dangereuses vis-à-vis du grisou, soit par rupture d'un

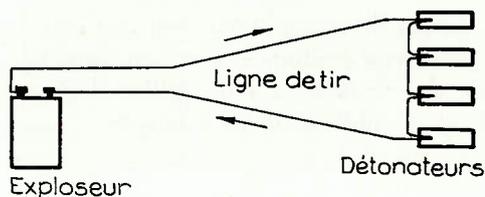


Fig. 20. — Schéma du chemin parcouru par le courant électrique.

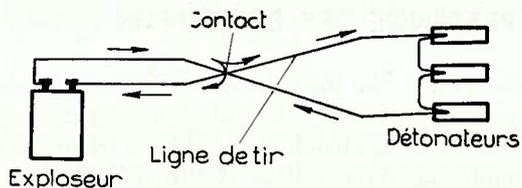


Fig. 21. — Chemin parcouru par le courant électrique dans le cas d'un court-circuit entre les conducteurs.

conducteur, soit par contact entre deux conducteurs dénudés, directement ou indirectement par l'intermédiaire de l'humidité ou d'une pièce métallique. Les mêmes défauts provoquent des fuites de courant pouvant causer des ratés.

Il est donc de toute première importance de disposer de lignes convenables présentant une solidité et un isolement suffisants.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1961, les lignes utilisées dans les mines doivent être agréées.

Pour être agréées, elles doivent satisfaire à un certain nombre de conditions concernant, d'une part, la résistance électrique et mécanique des conducteurs, leur flexibilité ainsi que la bonne qualité de leur isolant et notamment l'inaptitude de celui-ci à propager une flamme.

Les lignes peuvent être fixes ou volantes.

Les lignes volantes, c'est-à-dire celles qui ne restent pas en place pendant une durée supérieure à celle d'un poste de travail, peuvent être à conducteurs séparés ou à conducteurs accolés. Les lignes volantes à conducteurs accolés ne peuvent être utilisées que dans les endroits secs. Dans les galeries humides, les lignes volantes sont obligatoirement à conducteurs séparés.

Les lignes fixes sont à conducteurs séparés ou se présentent sous forme d'un câble entouré d'une armure en acier ou d'une gaine de protection isolante et souple de 15 mm de diamètre.

Il est recommandable d'utiliser, dans toute la mesure du possible, des lignes de tir en un seul tronçon ; les ligatures mal faites peuvent, en effet, toujours constituer une cause de danger.

Les lignes agréées porteront l'inscription : agrégation n° ... du ..., répétée d'une manière continue sur l'isolant du fil.

### E. Ohmmètres.

Avant le minage, le boutefeu doit contrôler le circuit de tir au moyen d'un ohmmètre représenté à la figure 22.

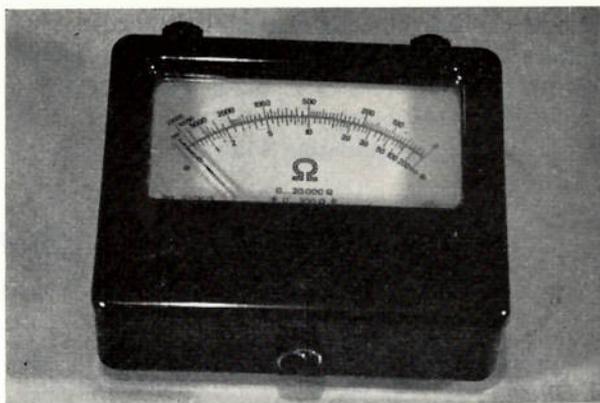


Fig. 22. — Vue d'un ohmmètre.

L'ohmmètre est un appareil qui donne, par lecture directe, la valeur en ohms de la résistance du circuit électrique raccordé à ses bornes. Il est constitué de plusieurs éléments enfermés dans une boîte. Ces éléments comprennent un instrument de mesure à aiguilles comportant un cadran avec échelle graduée, visible par la fenêtre ménagée dans le dessus de la boîte, deux bornes de raccord à la ligne de tir, un bouton de réglage, généralement un interrupteur et une source de courant. Celle-ci est constituée, soit par une petite pile sèche, soit par une magnéto actionnée par manivelle.

La mesure de la résistance d'un circuit ne peut se faire en effet qu'en faisant passer un courant dans le circuit.

Le courant lancé par l'ohmmètre est insuffisant pour enflammer le grisou. Il est de plus limité par un dispositif intérieur. Grâce à celui-ci, ce courant est aussi insuffisant pour faire sauter un détonateur. Mais ce dispositif peut accidentellement se dérégler ; le boutefeu et ses compagnons éventuels doivent toujours se mettre en sécurité pour effectuer le contrôle des détonateurs d'un front de minage.

L'échelle du cadran est graduée généralement de 0 à l'infini, représenté par un huit couché ( $\infty$ ).

Lorsque l'appareil est raccordé à un circuit de tir, l'aiguille se déplace et s'arrête sur une division de l'échelle. Celle-ci indique la valeur de la résistance du circuit à condition que l'appareil soit bien réglé.

Tout boutefeu doit être capable de voir si son ohmmètre est bien réglé. Il suffit en effet de vérifier deux conditions :

- 1) Si les deux bornes sont raccordées par un fil métallique gros et court, l'aiguille doit indiquer zéro ; ce court-circuit entre les bornes doit évidemment durer le moins longtemps possible pour ne pas user la pile trop vite.

Dans certains ohmmètres, cette vérification peut se faire en appuyant simplement sur un bouton prévu à cet effet.

2) Si les deux bornes ne sont pas reliées entre elles, l'aiguille doit indiquer l'infini.

Quand ces deux conditions sont réalisées, le bou-tefeu peut avoir confiance dans son appareil. Mais si l'une des deux n'est pas vérifiée, l'appareil est déréglé et ses indications sont fausses.

## CHAPITRE III.

### EXPERIENCES FAITES, A L'I.N.M., EN PRESENCE DES BOUTEFEUX

Le programme de la séance prévoit des expériences sur des explosifs en galerie expérimentale, ainsi que des expériences sur les lampes, les détonateurs, lignes de tir, exploseurs, etc...

#### A. Expériences sur les explosifs en galerie expérimentale.

##### 1. Généralités.

La galerie expérimentale est un tube métallique de 41 m de longueur et de 1,60 m de diamètre (fig. 23).

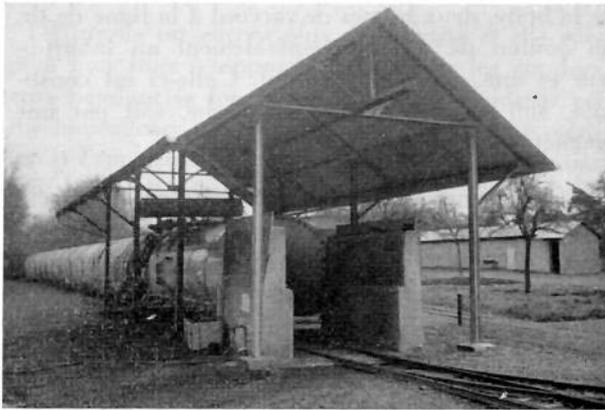


Fig. 23. — Galerie expérimentale.

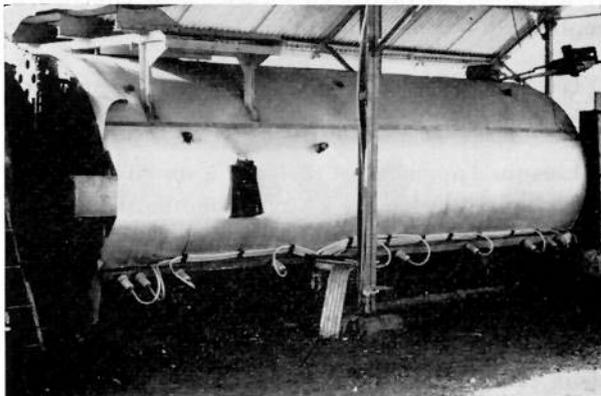


Fig. 24. — Chambre d'explosion - vue extérieure.

La partie la plus importante de celle-ci est la chambre d'explosion limitée, d'un côté, par le fond d'acier de la galerie et, de l'autre, par une feuille

de papier que l'on intercale avant chaque expérience entre deux viroles de cette galerie (fig. 24).

C'est dans la chambre d'explosion, représentée à la figure 24, d'un volume de 10 m<sup>3</sup> environ, que l'on introduit le mélange air-grisou, et c'est en présence de ce mélange que l'on fait sauter les explosifs.

Le mélange utilisé comporte 9 % de grisou si bien qu'en réalité, lors des expériences, il y a à peine 1 m<sup>3</sup> de grisou pur dans la chambre d'explosion.

Il faut avoir vu la flamme impressionnante produite par la déflagration d'un si petit volume pour concevoir les formidables conséquences d'un coup de grisou dans la mine où le volume touché par l'inflammation peut être beaucoup plus grand.

Cette galerie sert à l'étude des explosifs au mortier d'acier à fourneau cylindrique et au mortier rainuré.

##### a) Mortier d'acier à fourneau cylindrique. Etude des explosifs au coup de mine débourrant.

Les seules circonstances dangereuses qui peuvent se présenter dans un tir avec détonateurs instantanés sont l'absence du bourrage ou son expulsion par l'explosion de la charge. On dit, dans ce dernier cas, que la mine « débourre » ou « fait canon ». Une mine qui fait canon est dangereuse vis-à-vis du grisou car les gaz de l'explosion, au lieu de se refroidir en travaillant à l'abatage de la roche, sortent chauds par l'orifice du fourneau de mine, sans produire aucun travail utile, et projettent des flammes.



Fig. 25. — Mortier cylindrique.

Ces circonstances sont reproduites dans la galerie expérimentale par le tir au mortier au fourneau cylindrique sans bourrage.

Ce mortier (fig. 25) est un cylindre en acier spécial ; suivant son axe est ménagé un long trou cylindrique qui représente un fourneau de mine, dans lequel la charge d'explosif amorcée réglementairement est introduite.

Le mortier est placé à l'ouverture du fond de la chambre d'explosion de la galerie ; cette chambre est remplie d'un mélange grisouteux inflammable dans lequel débouche donc le fourneau du mortier.

Dans le tir à retard, l'absence de bourrage dans un fourneau peut parfois résulter de la décapitation de celui-ci par une mine voisine pourvue d'un détonateur à retard plus court.

Les figures 26 et 27 représentent deux types de décapitation de la mine B par la mine A.

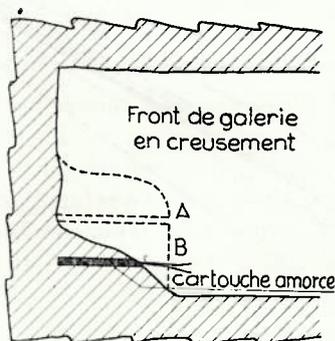


Fig. 26.

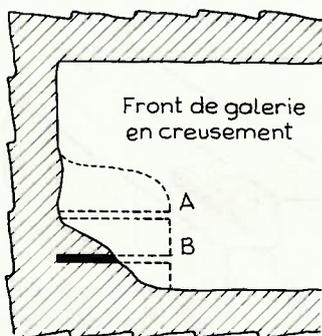


Fig. 27.

Sur la figure 26, la mine A, amorcée d'un détonateur à retard de numéro inférieur à celui de la mine B, peut détruire la partie de B contenant le bourrage, de telle sorte que cette mine B explose sans bourrage.

Sur la figure 27, la mine A, amorcée d'un détonateur à retard de numéro inférieur à celui de la mine B, peut emporter une partie du fourneau B contenant la cartouche-amorce ; celle-ci, contenue dans le bloc arraché, saute sans bourrage vers l'arrière. Il peut arriver aussi que la cartouche-amorce soit arrachée du fourneau et explose à l'air libre ou bien que ce soit le détonateur qui sorte de la cartouche

et explose à l'air libre. En outre, une partie de la charge reste intacte dans le fond du trou de mine et constitue un culot.

b) Mortier rainuré. Etude des explosifs au tir d'angle.

Le mortier rainuré est un bloc en acier dans lequel on a aménagé une rainure longitudinale, comme indiqué à la figure 28. C'est dans cette rainure que l'on dispose la file de cartouches à essayer.

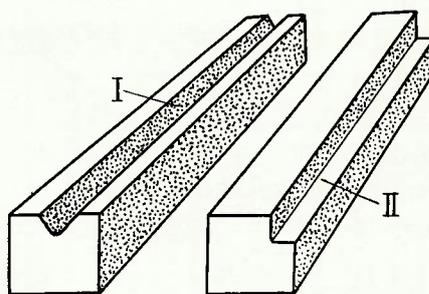


Fig. 28.

I : bloc à rainure normale - II : bloc à rainure latérale.

Pour les tirs, le bloc rainuré est placé à l'intérieur de la chambre d'explosion de la galerie, en atmosphère grisouteuse (fig. 29).

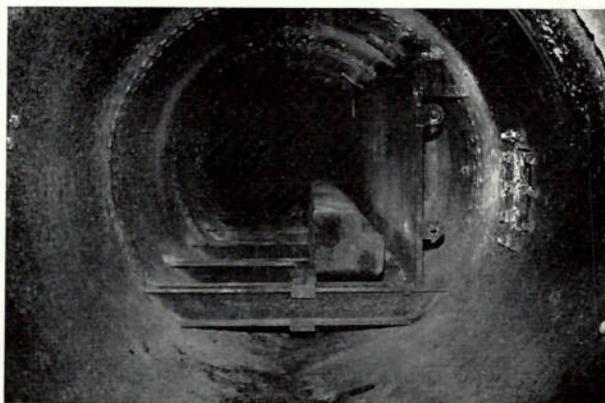


Fig. 29. — Chambre d'explosion - Vue intérieure.

Ce genre de tir s'est révélé nécessaire pour reproduire certains phénomènes de dénudation de mines provoqués par l'emploi de détonateurs à retard, et particulièrement le « tir d'angle » qui est un des plus dangereux et qui est illustré par la figure 30.

La mine A, amorcée d'un détonateur à retard de numéro inférieur à celui de la mine B, peut découvrir entièrement la charge du fourneau B en la laissant dans un angle. C'est ce qu'on a appelé « un tir d'angle » ; cet incident, lorsqu'il se produit dans les travaux souterrains, crée un risque d'inflammation du grisou préexistant ou qui se dégage au moment du tir.

C'est ce tir d'angle que l'on reproduit dans la galerie expérimentale au moyen du mortier rainuré.

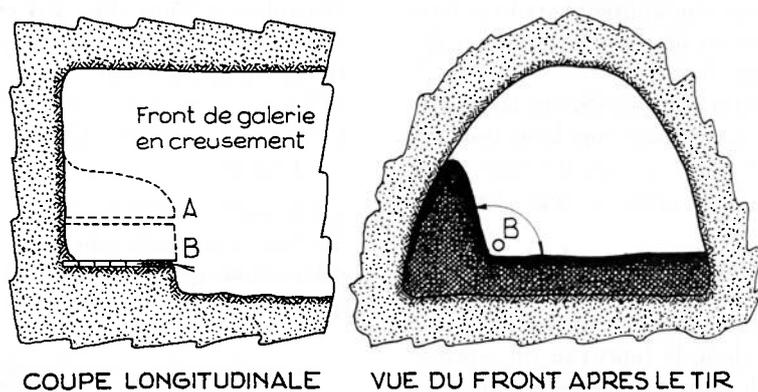


Fig. 30. — Tir d'angle.

Les conditions de ce tir sont encore plus sévères, lorsqu'on place, en regard de la rainure, une surface plane constituant paroi de choc, comme indiqué à la figure 29.

## 2. Expériences.

La première expérience est l'inflammation d'un mélange grisouteux à 9 % de grisou par une seule cartouche de 100 g de dynamite placée au fond du fourneau d'un mortier cylindrique, sans bourrage (fig. 31).

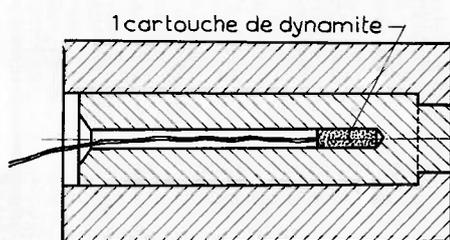


Fig. 31.

L'effet calorifique de ce coup de grisou se caractérise par une flamme de 24-27 m de longueur à l'intérieur de la galerie.

La seconde expérience est réservée à un explosif du type IV. Cet explosif de très haute sûreté n'allume ni le grisou ni les poussières de charbon aux charges habituelles, pas plus au mortier cylindrique qu'au mortier rainuré (tir d'angle).

Lors de cette expérience, on fait sauter la charge limite d'emploi de cet explosif dans le bloc rainuré, comme indiqué à la figure 32, sans provoquer l'inflammation du grisou.

La troisième et dernière expérience est un coup de grisou compliqué cette fois d'un coup de poussières de charbon. Tous deux sont provoqués, en même temps, par une seule cartouche d'explosif S.G.P. dont on a enlevé la gaine et que l'on place dans la rainure du bloc rainuré, comme indiqué à la figure n° 33.

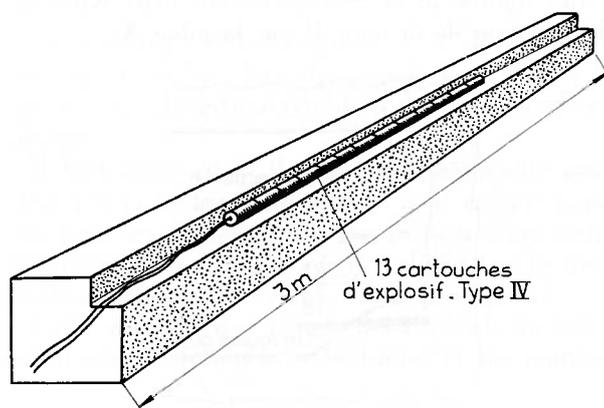


Fig. 32.

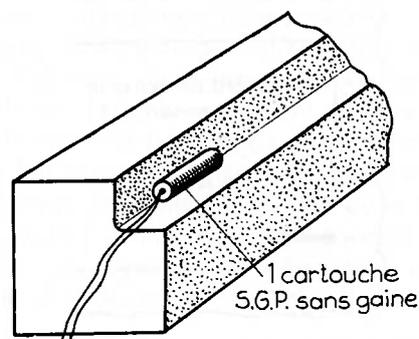


Fig. 33.

Cet essai montre l'importance de la gaine et le danger des poussières charbonneuses qui, soulevées par la chasse d'air, alimentent et prolongent démesurément la flamme du coup de grisou.

En effet, lors de la première expérience (coup de grisou sans poussières), la flamme se propage sur une longueur variant de 24 à 27 m. Cette fois, la flamme parcourt toute la galerie et sort même souvent de celle-ci.

A noter que, lors de cette expérience, la quantité de poussières utilisées n'est que d'environ 5 kg.

Les expériences dont il vient d'être question montrent que la dynamite (type 1) ne présente aucune sécurité vis-à-vis du grisou.

Elles montrent qu'il en est de même, en « tir d'angle », pour les explosifs de sûreté dont on a enlevé la gaine.

Enfin, il résulte de ces expériences que les explosifs « à ions échangés » (type IV) sont ceux qui paraissent les plus sûrs actuellement.

Quoi qu'il en soit, le boufeueu doit toujours se souvenir que la sécurité des explosifs, même les plus sûrs, n'est pas absolue et que c'est à lui qu'il appartient finalement de créer les conditions de sécurité complète en ne minant qu'après s'être assuré de l'absence de grisou et en respectant les consignes de sécurité relatives au tir.

**B. Expériences sur les lampes.**

**1. Lampes à flamme.**

*Mesure des auréoles de grisou.*

Dans le but de montrer comment le boufeueu doit procéder à la détection du grisou, opération de la plus haute importance pour la sécurité des tirs, l'Institut National des Mines possède une installation spéciale représentée à la figure 34.

Cette installation comporte quatre petites cham-

bres vitrées, alimentées en mélange de grisou et d'air à une teneur bien déterminée.

Dans chacune de ces chambres est placée une lampe à flamme, à huile ou à benzine, à alimentation supérieure ou inférieure.

On observe d'abord l'allongement de la flamme lorsque la lampe passe de l'air pur à une atmosphère à 4 % de méthane.

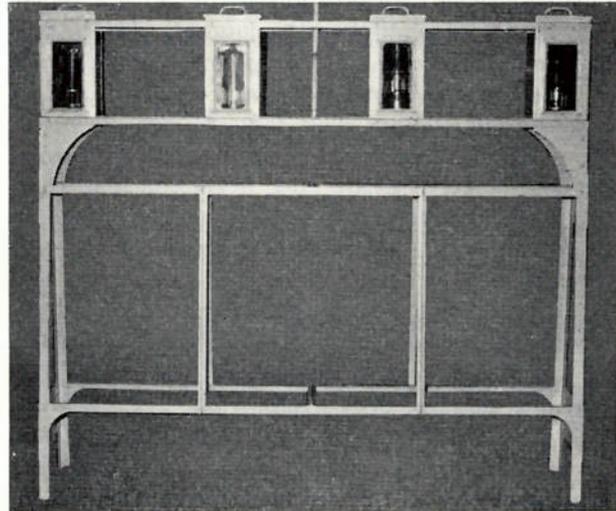


Fig. 34a. — Petites boîtes pour mesurer les auréoles.

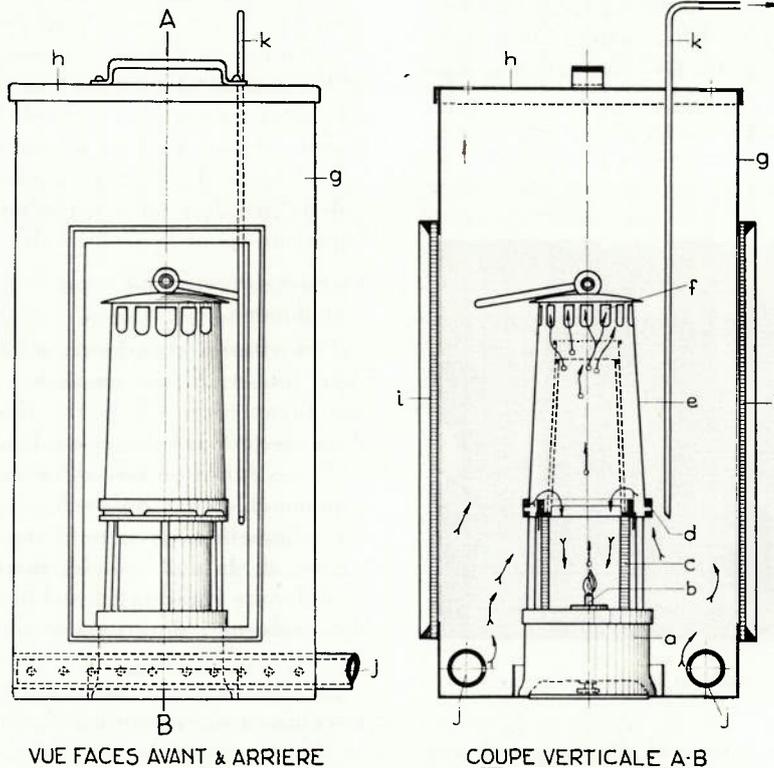


Fig. 34b. — Détail d'une boîte :

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| a = pot de la lampe           | g = boîte métallique                   |
| b = tube porte-mèche          | h = couvercle                          |
| c = verre                     | i = vitre                              |
| d = ouvertures d'entrée d'air | j = entrée du grisou                   |
| e = cuirasse                  | k = tuyau de prélèvement pour analyse. |
| f = sortie des gaz brûlés     |  |

On fait ensuite le « petit feu » en abaissant la mèche ; cette opération est facile car la base du pot de chaque lampe est accessible. On peut ensuite observer les auréoles pour des teneurs de 2, 3 et 4 % de méthane et les modifications de la forme de l'auréole lorsqu'on passe de 4 à 6 %. A cette dernière teneur, on constate que les lampes s'éteignent.

Pendant cette démonstration, la teneur en méthane est contrôlée au grisoumètre interférentiel et chaque visiteur peut faire une lecture à cet appareil.

L'emploi de ventilateurs toujours de plus en plus puissants a entraîné un accroissement progressif de la vitesse des courants d'aéragé.

Si de tels courants d'air sont chargés de grisou, les lampes à flamme qui y sont exposées peuvent devenir dangereuses. En effet, le courant d'air chargé de grisou pénètre à travers les tamis à l'intérieur de la lampe et s'y allume. Tandis que la flamme d'huile ou de benzine s'éteint dès les premiers moments, la flamme de grisou, continuellement alimentée par du nouveau mélange grisouteux, persiste à l'intérieur des tamis. Elle chauffe les tamis d'autant plus rapidement et d'autant plus fort que l'alimentation est plus active, c'est-à-dire que la vitesse de l'air grisouteux est plus grande. Cet échauffement peut être tel que les tamis perdent leur sécurité.

C'est pourquoi les lampes à flamme actuelles, à 2 tamis et cuirassées, sont beaucoup plus robustes que les lampes primitives. Elles restent sûres dans les vitesses les plus grandes des courants d'aéragé de nos mines, qui ne dépassent jamais, croyons-nous, les 18 m/s que l'on atteint dans la galerie d'essais de l'I.N.M.

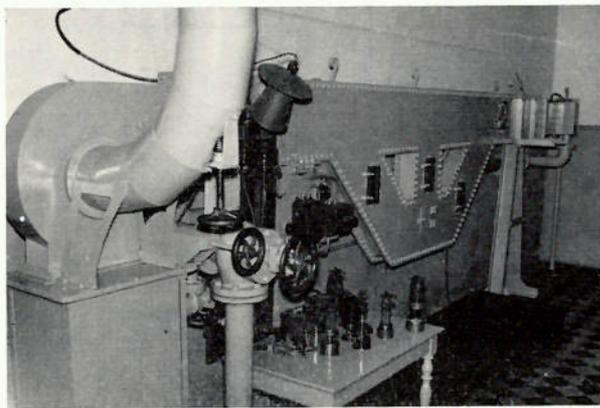


Fig. 35. — Galerie d'essai des lampes à flamme.

Le phénomène d'échauffement des tamis est mis en évidence en plaçant dans la galerie blindée (fig. 35) une lampe Davy (fig. 36a) à un seul tamis et sans cuirasse dans un courant d'air à 8 % de grisou ; la flamme sort de la lampe, se communique à l'extérieur et provoque l'explosion quand le courant d'air grisouteux atteint une vitesse de 3 m/s.

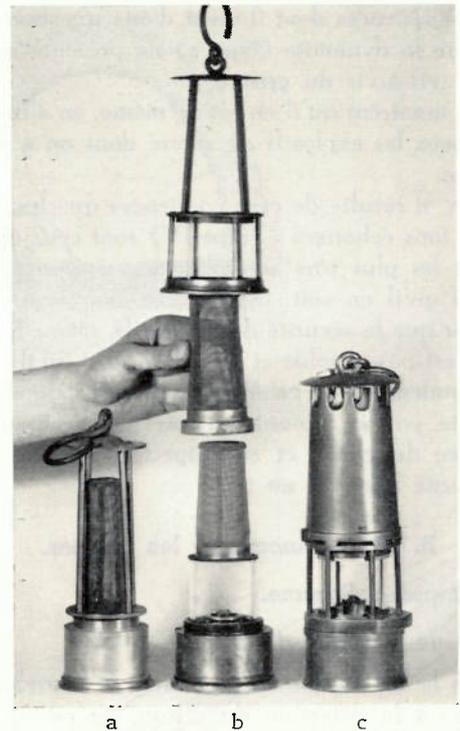


Fig. 36. — a) Lampe Davy; b) Lampe sans cuirasse et c) Lampe avec cuirasse.

Pour une lampe munie de deux tamis mais sans cuirasse (fig. 36b), la vitesse doit atteindre 8 m/s pour que l'explosion se produise à l'extérieur.

Quant à la lampe cuirassée (fig. 36c), modèle utilisé actuellement dans nos mines, elle reste sûre à la vitesse de 18 m/s. La cuirasse empêche en effet l'entrée directe de l'air grisouteux par les tamis.

La vitesse de 18 m/s, maximum possible dans la galerie précitée, est à considérer comme une limite supérieure pour la sécurité des lampes cuirassées.

*Danger des jets d'air comprimé vis-à-vis des lampes à flamme.*

Des vitesses supérieures à 18 m/s se rencontrent dans les jets d'air comprimé, c'est-à-dire aux fuites des tuyauteries, à la sortie d'un flexible ou même d'un éjecteur si celui-ci n'est pas bien conçu.

Si ces fuites ou jets se produisent en atmosphère inflammable et sont dirigés sur une lampe à flamme dans laquelle ils pénètrent par les ouvertures supérieures de la cuirasse, les tamis de la lampe peuvent fondre rapidement et laisser sortir la flamme ; des explosions de grisou se sont produites de cette façon.

Le nouveau règlement sur l'aéragé stipule que les éjecteurs à air comprimé doivent être agréés. Cela implique notamment que la vitesse du jet d'air ne dépasse pas 15 m/s.

## 2. Lampes électriques portatives.

Les lampes électriques portatives sont d'un entretien moins délicat que les lampes à flamme ; elles ne sont cependant pas sans danger.

S'il y a rupture simultanée du verre de protection et du verre de l'ampoule, le filament qui continue à brûler allume le grisou.

Ce phénomène se manifeste pour les filaments prévus pour un courant d'intensité supérieure à un ampère et il est réalisé en brisant une ampoule allumée placée dans une petite chambre vitrée où l'on a introduit au préalable un mélange grisouteux inflammable (fig. 37).

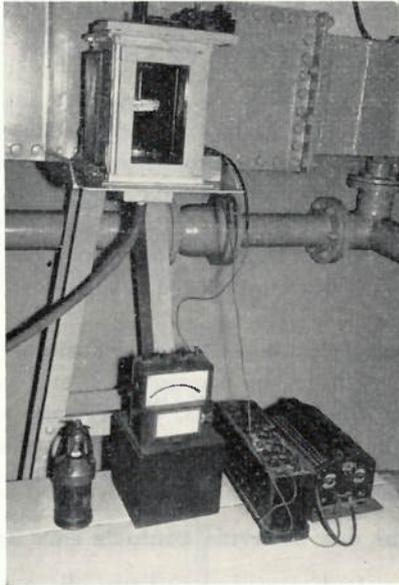


Fig. 37. — Appareil d'essai des lampes électriques.

En cas de rupture du verre de protection, il convient donc d'éteindre immédiatement la lampe, de ne plus l'utiliser et de la remonter au plus tôt à la lampisterie.

Les lampes au chapeau sont munies d'ampoules prévues pour un courant d'intensité inférieure à un ampère. Le danger d'inflammation du grisou par le filament de l'ampoule est sinon nul, du moins extrêmement faible.

Mais la liaison entre l'accumulateur et le projecteur est assurée par un câble souple.

Il peut se produire, à l'usage, un court-circuit dans le câble par contact entre les deux conducteurs lorsque leur isolant se détériore. Dans ce cas, s'il n'y avait pas de fusibles aux bornes de l'accumulateur, l'intensité du courant pourrait s'approcher de 100 A et porter les conducteurs à l'incandescence.

Si le phénomène se produisait en atmosphère grisouteuse inflammable, il y aurait grand danger d'explosion.

Ceci montre l'importance des fusibles placés aux bornes de l'accumulateur, c'est-à-dire au départ du câble. Ces fusibles coupent instantanément le courant en cas de court-circuit dans le câble.

Il est recommandable de vérifier périodiquement l'isolement des fusibles par rapport au boîtier.

### C. Expériences sur le danger des étincelles électriques.

- 1) Danger des explosifs.
- 2) Danger des contacts entre les conducteurs des lignes de tir.
- 3) Danger de l'humidité sur les lignes de tir.
- 4) Danger des contacts au moment du tir.
- 5) Danger des mauvais contacts aux ligatures.

Une première expérience consiste à interrompre, en atmosphère grisouteuse inflammable, un circuit électrique constitué par une batterie, une bobine et un ampèremètre.

Les étincelles de rupture obtenues dans le rupteur et parfaitement visibles n'allument pas le grisou.

Mais l'introduction d'une barre de fer dans la bobine modifie les caractéristiques du circuit et les étincelles de rupture allument le mélange grisouteux.

Il y a donc des étincelles qui ne sont pas dangereuses, tandis que d'autres le sont.

Certains appareils à faible tension et faible intensité donnent des étincelles qui n'allument pas les mélanges grisouteux inflammables.

Ces appareils sont dits de sécurité intrinsèque ou de sécurité totale. L'ohmmètre de boutefeu, par exemple, en est un.

Les circuits comportant des bobinages montés sur noyau métallique sont dits inductifs et donnent des étincelles dangereuses, même dans le cas d'une source à basse tension.

Toutes les machines électriques, même les explosifs, renferment des circuits inductifs. Ces engins doivent être protégés par des enveloppes de sûreté, dites antigrisouteuses.

Il existe actuellement des explosifs de sécurité intrinsèque, mais ils ne peuvent faire sauter qu'un très petit nombre de mines. On se sert notamment d'un de ces appareils pour le tir au Cardox.

#### 1. Danger des explosifs.

Les explosifs comprennent une pièce tournante, appelée rotor, munie d'un collecteur sur lequel frottent les balais de prise de courant. Pendant le fonctionnement, des étincelles se produisent normalement aux balais. C'est ainsi qu'un explosif entouré d'une enveloppe en bois, comme tous l'étaient anciennement, a provoqué une inflammation de grisou.

C'est depuis lors que les appareils utilisés dans les mines sont enfermés dans une enveloppe antigrisouteuse. De plus, il est interdit de vérifier le fonctionnement d'un explosif en faisant jaillir des étincelles entre les bornes. Celles-ci sont séparées par une cloison isolante pour empêcher les fils fins du conducteur, attaché à l'une des bornes, de toucher l'autre borne ou l'autre conducteur.

## 2. Danger des contacts entre les conducteurs des lignes de tir.

Il est aussi nécessaire d'éviter les étincelles de court-circuit dans les lignes de tir. Les parties conductrices, mises à nu par des projections de pierres ou autres causes, doivent être recouvertes de toile isolante ; sinon, elles peuvent se toucher pendant le passage du courant de l'exploseur et donner des étincelles particulièrement dangereuses.

Le fait est mis en évidence en raccordant deux parties dénudées A et B d'une ligne de tir aux électrodes d'un rupteur (R) à moteur (fig. 38).

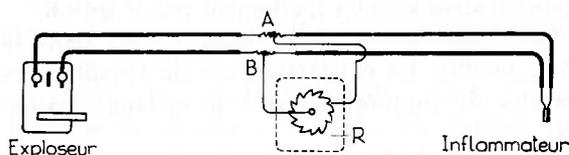


Fig. 38.

Ce rupteur donne alternativement, entre ses électrodes (roue dentée et lame de ressort), un contact et une rupture.

Le défaut de contact intermittent, qui peut se produire entre les ligatures dénudées A et B, et provoquer des étincelles de court-circuit, est ainsi reporté à l'endroit du rupteur R dont l'enveloppe est préalablement remplie d'un mélange air-grisou inflammable.

A un bout de la ligne est raccordé un inflammateur, c'est-à-dire un détonateur sans charge explosive, et à l'autre un exploseur débitant pendant 4 ms.

La manœuvre de l'exploseur fait partir l'inflammateur, mais l'étincelle de court-circuit qui jaillit au rupteur R allume le grisou dans la chambre.

Cette expérience montre qu'une étincelle de court-circuit, qui se produit le long de la ligne de tir par suite d'un contact direct ou indirect entre les deux conducteurs, est capable d'enflammer le grisou, même s'il passe assez de courant vers les fronts pour faire sauter les mines.

## 3. Danger de l'humidité sur les lignes de tir.

De plus, une goutte d'eau salée comme le sont toutes les eaux du fond établissant un pont entre les deux conducteurs de la ligne à l'endroit d'un défaut d'apparence insignifiante, donne lieu à une étincelle capable d'allumer le grisou. C'est pour cette raison qu'il convient d'écartier les deux conducteurs d'une même ligne et que le fait de placer un de ceux-ci à chacune des parois constitue une excellente mesure.

## 4. Danger des contacts au moment du tir.

Les mines amorcées de détonateurs instantanés projettent des pierres très peu de temps après le lancer du courant. Ces projections peuvent provoquer des contacts intempestifs appelés « contacts postérieurs » entre les fils des détonateurs ou les conducteurs de la ligne de tir et, par conséquent, donner lieu à des étincelles si la ligne est toujours sous tension.

C'est pour éviter le danger de ces contacts que la durée du passage du courant des exploseurs est maintenant limitée à 4 ms, l'expérience montrant en effet que les terrains, soumis à l'action du tir, ne se mettent en branle qu'après 7 ou 8 ms.

## 5. Danger des mauvais contacts aux ligatures.

Tout le monde a remarqué l'étincelle qui se produit dans un interrupteur d'éclairage au moment où l'on coupe le courant pour éteindre la lampe. Une ligature mal serrée se comporte, au moindre mouvement, comme un interrupteur qui ferme et ouvre le circuit de tir plusieurs fois successivement ; ce phénomène donne naissance à une série d'étincelles capables d'allumer le grisou, lorsque l'exploseur débite dans le circuit.

Les ligatures entre les fils de détonateurs, ainsi que celles qui sont nécessitées par la réparation d'une ligne de tir, doivent être bien serrées et réalisées avec des conducteurs propres et exempts d'oxydation. Il en est de même des liaisons de la ligne aux bornes de l'exploseur.

## CHAPITRE IV.

### PRECAUTIONS ESSENTIELLES QUE LE BOUTEFEU DOIT PRENDRE POUR « MINER »

#### A. Précautions relatives au grisou et aux poussières de charbon.

Malgré les progrès incessants et les résultats extraordinaires déjà obtenus, on peut affirmer qu'il n'existe pas encore d'explosifs et de détonateurs parfaitement sûrs vis-à-vis du grisou, dans toutes les circonstances que l'on peut rencontrer dans la mine. Ce gaz reste donc toujours l'ennemi n° 1 du bou-

tefeu et celui-ci ne saurait prendre trop de précautions à son égard.

« Ne pas miner en présence de grisou » doit être une règle absolue pour cet agent.

Avant le minage, le boutefeu doit contrôler personnellement deux fois l'absence de grisou ; la première fois, avant de commencer le chargement des fourneaux et, la seconde fois, tout juste avant de quitter le front pour faire sauter les mines.

Il s'assure que les fourneaux ne dégagent pas de grisou et il vérifie qu'il n'y a pas de grisou à front et jusqu'à une distance de 25 m de celui-ci, ainsi qu'à l'endroit où il se place pour manipuler l'exploiseur.

Il doit examiner spécialement la couronne de la galerie, entre les éléments du soutènement, les vides éventuels laissés à la partie supérieure de la galerie étant les repaires habituels du grisou, puisque celui-ci est plus léger que l'air. De même, il doit s'assurer qu'il n'existe pas de cassures ou de remblais qui dégagent du grisou.

Il est en outre fortement à conseiller de contrôler l'absence du grisou le long de la ligne de tir.

Tous ces contrôles, le boutefeu les fera consciencieusement car sa propre sécurité ainsi que celle de ses compagnons en dépendent.

*Si la présence du grisou est constatée, à la lampe à flamme, il ne faut pas miner.*

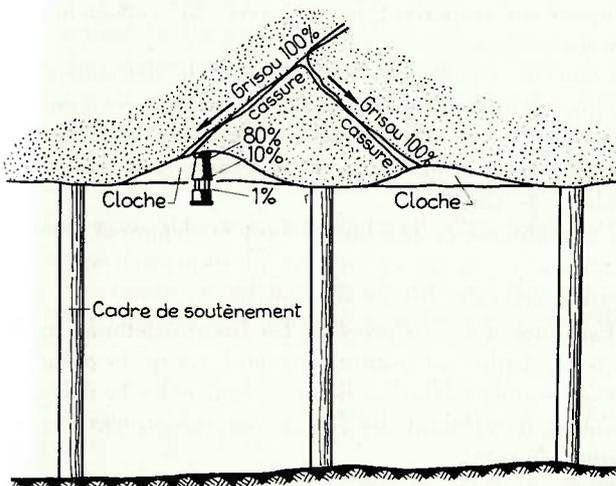


Fig. 39.

En effet, comme le montre la figure 39, du grisou pur sort des fissures dans les roches et s'accumule dans les « cloches » de la galerie pour se diluer progressivement dans le courant d'air. Les orifices d'alimentation de la lampe se trouvent à près de 20 cm du bord supérieur du chapeau de celle-ci, si bien qu'une teneur en grisou de 1 % détectée par la lampe dont le chapeau est placé contre la couronne de la galerie est généralement l'indication de la présence, à couronne, d'une couche d'air dont la teneur peut être beaucoup plus élevée.

Dans la majorité des cas, il est possible de chasser le grisou en augmentant la ventilation, en prolongeant la ligne des canars, en améliorant l'étanchéité de celle-ci, en changeant la direction du courant d'air, etc...

En aucun cas, on ne peut faire usage d'un jet d'air comprimé qui peut provoquer des charges d'électricité statique et, par suite, des étincelles pouvant enflammer le grisou qu'on désire chasser.

Lors du minage, il convient en outre d'éviter, dans toute la mesure du possible, qu'il y ait de fines poussières inflammables en suspension dans l'atmosphère ou en dépôt sur le sol ou sur les parois.

Lorsqu'il n'en est pas ainsi, il faut schistifier convenablement afin de rendre ces poussières inoffensives.

## B. Précautions relatives aux explosifs et détonateurs.

### 1. Comment constituer la charge d'un fourneau de mine ?

Les expériences faites à l'I.N.M. ont montré que la dynamite ne présente aucune sécurité vis-à-vis du grisou et des poussières de charbon.

Il en est pratiquement de même des explosifs de sûreté gainés dont on aurait enlevé la gaine.

Par contre les explosifs des types III et IV, utilisés tels qu'ils sont présentés, offrent une sécurité très grande, à condition toutefois de respecter leur charge limite d'emploi et de ne les utiliser que dans des fourneaux de mines bien forés, amorcés et bourrés suivant les consignes données. En conséquence, le boutefeu doit :

- contrôler fréquemment le diamètre des tailants de fleurets au moyen d'un gabarit supérieur d'au moins 4 mm à celui des cartouches ;
- utiliser un bourroir dont le diamètre est de 2 mm supérieur à celui des cartouches ;
- respecter scrupuleusement les consignes du directeur des travaux qui fixent le type d'explosif et la sorte de détonateur à employer dans chaque « atelier de minage » ;
- veiller à ne jamais dépasser la charge limite d'emploi des différents types d'explosifs ;
- éviter d'employer des explosifs de sûreté en cartouches gainées, dont la gaine serait détériorée ou aurait été soulevée ;
- utiliser l'explosif de sûreté réglementaire lorsque du charbon apparaît dans un atelier au rocher.

### 2. Comment éviter l'explosion des cartouches et détonateurs à l'air libre ?

L'explosion à l'air libre des détonateurs et des cartouches présente toujours un certain danger. C'est pour cette raison que :

- Les explosifs ne peuvent être employés que dans des fourneaux de mines.
- Le détonateur doit être rendu solidaire de la cartouche-amorce pour éviter qu'il n'en sorte accidentellement.

En effet, lorsque le détonateur n'est pas bien fixé à la cartouche-amorce, les incidents suivants peuvent se produire :

— au cours de l'opération de bourrage, le boutefeu tend légèrement les fils du détonateur pour permettre le passage aisé du bourroir : ce faisant, le

détonateur peut sortir de la cartouche-amorce, d'où risque de raté ;

— au cours d'un tir à retard, la décapitation d'une mine par une mine voisine peut provoquer une traction violente sur les fils de détonateur et arracher celui-ci de la cartouche amorce. Le détonateur explose alors à l'air libre et, même s'il est antigrisouteux, il peut, dans certaines circonstances, enflammer le grisou.

La bonne liaison du détonateur et de la cartouche-amorce peut se faire au moyen d'un nœud coulant réalisé autour de la cartouche au moyen des fils du détonateur.

La manière d'exécuter le nœud est clairement indiquée aux figures 40 et 41. Il suffit de faire une

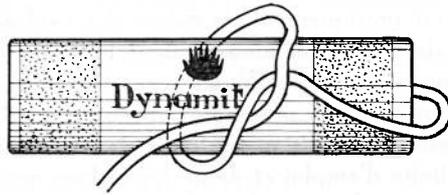


Fig. 40. — Nœud coulant de fixation des fils du détonateur à la cartouche.



Fig. 41. — Cartouche-amorce prête à être placée dans le fourneau.

boucle, de la retourner et de la glisser sur la cartouche par l'extrémité contenant le détonateur et puis de la serrer. Ainsi le nœud ne glisse normalement pas sur la cartouche, et la traction qui s'exerce sur les fils est reportée sur celle-ci. Lorsque la cartouche d'explosif est assez dure ou lorsque son enveloppe est lisse ou paraffinée, il arrive cependant que le nœud coulant glisse sur la cartouche ; c'est le cas notamment avec certains explosifs gainés.

De plus, en cas de décapitation d'un trou de mine, la cartouche-amorce peut être détériorée et le détonateur en sortir malgré la présence du nœud.

Une méthode plus sûre consiste à introduire la cartouche-amorce dans un sac en matière plastique de dimensions appropriées et à former le nœud coulant, non pas sur le corps de la cartouche comme

ci-dessus, mais à l'extrémité du sac, comme le montre la fig. 42.

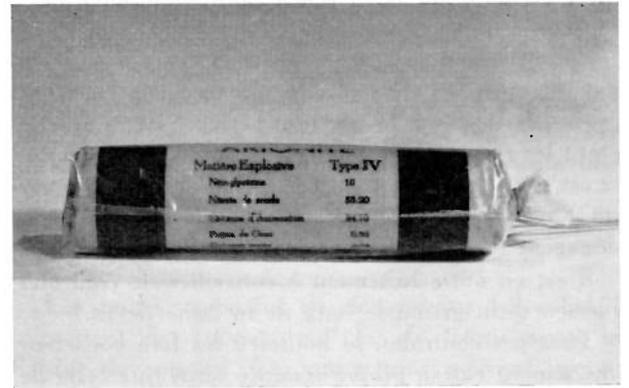


Fig. 42. — Cartouche-amorce dans un sac en matière plastique.

En cas de traction brutale sur les fils, ceux-ci se rompent ou emportent le sac avec la cartouche-amorce.

Dans un cas comme dans l'autre, le détonateur explose dans la cartouche-amorce et dans ces conditions le risque d'inflammation du grisou est considérablement réduit, si cette cartouche contient un explosif de sûreté.

Pour obtenir ce résultat, il faut évidemment que la résistance du sac en matière plastique soit supérieure à celle des fils du détonateur.

En outre, avec ce procédé, les fils du détonateur ne frottent plus à l'endroit du nœud, contre la paroi parfois rugueuse du fourneau, ce qui évite la détérioration de l'isolant des fils et, par conséquent, les risques de ratés.

Enfin, le sac en matière plastique protège la cartouche-amorce contre l'humidité éventuelle, d'ailleurs fréquente avec le forage à l'eau.

c) Il ne faut jamais contrôler un détonateur à l'air libre, avec un ohmmètre. D'autre part, il ne faut pas non plus essayer avec cet appareil, sans

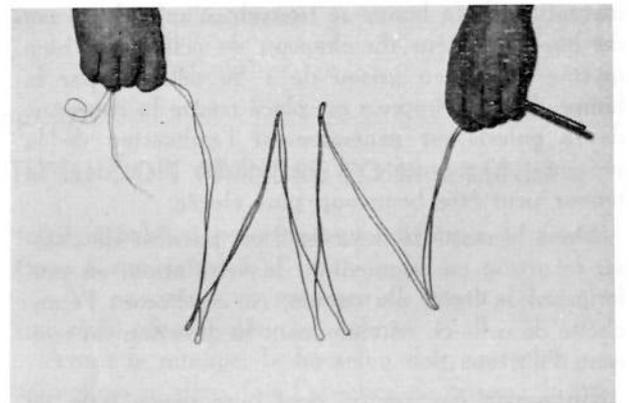


Fig. 43. — Façon de dérouler les fils d'un détonateur électrique. La main gauche pince les fils à 10 cm du bouchon du détonateur; la main droite tend les fils.

se mettre bien à l'abri, le détonateur d'une mine qui semblerait n'avoir pas sauté. En effet, en cas de défaut à l'ohmmètre, le détonateur peut toujours exploser.

d) Les fils de détonateur doivent être déroulés en évitant les tractions sur le sertissage du tube, par exemple en procédant comme le montre la figure 43.

### 3. Comment éviter les coups débourants et les culots ?

a) *En plaçant un bourrage efficace dans chaque trou de mine.*

Comme nous l'avons déjà dit, les « mines qui font canon » ou « coups débourants » sont très dangereux vis-à-vis du grisou.

Pour écarter ce danger, le bourrage est indispensable, car il empêche la projection des flammes et des particules incandescentes hors du fourneau.

La quantité de matière constituant le bourrage doit cependant être suffisante, sinon le risque d'inflammation du grisou persiste.

Le règlement belge impose que le bourrage se fasse soigneusement en n'utilisant que des matières incombustibles non susceptibles de produire des étincelles par choc ou par frottement, comme le feraient de la limaille, ou des pièces métalliques. La longueur du bourrage ne peut être inférieure à 40 cm.

Le bourrage est fait habituellement d'argile, de filler calcaire, etc. préparé « en bourres » ou cylindres.

Le sable est à déconseiller comme matière de bourrage parce qu'il est constitué presque uniquement de silice libre.

L'emploi de sachets remplis de sable est à proscrire pour les raisons suivantes :

— des expériences ont démontré que des sachets de sable n'empêchent pas l'inflammation du grisou par les explosifs non de sûreté, si ces sachets ne sont pas bien écrasés dans le trou à l'aide du bourroir ;

— il arrive que le sachet en papier, si celui-ci n'est pas ignifugé, se consume avec flammes après que l'explosion a eu lieu. Le tir pulvérise dans l'air une certaine quantité de silice libre qui est très nocive pour les voies respiratoires.

Les sachets, contenant d'autres matières pulvérulentes, non nocives pour la santé, n'empêchent pas non plus l'inflammation du grisou, par les explosifs non de sûreté, s'ils ne sont pas écrasés contre la charge.

Un nouveau type de bourrage consiste en une ampoule en matière plastique, remplie de liquide, que l'on pousse contre la dernière cartouche introduite dans le fourneau.

Le liquide est de l'eau, éventuellement additionnée de matières capables d'agir favorablement sur les fumées et les poussières.

Les essais en présence de grisou faits à l'I.N.M. montrent que ce bourrage présente une grande sécurité ; son emploi diminue la teneur en gaz et en poussières nocifs de l'atmosphère après le tir.

Dans le tir à retard, il est recommandé de caler l'ampoule dans le trou de mine. Ce calage peut notamment être obtenu en poussant une « bourre » d'argile contre l'ampoule.

La figure 44 représente deux types d'ampoules actuellement sur le marché.

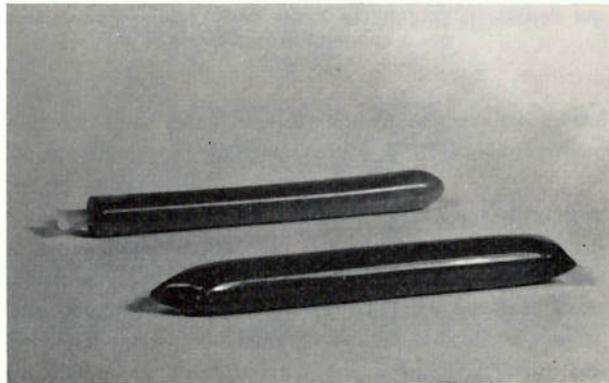


Fig. 44. — Différents types d'ampoule d'eau.

La mise en place du bourrage, comme celle des cartouches, se fait au moyen du bourroir.

Le bourroir est une longue tige en bois dont la longueur doit être supérieure d'au moins 20 cm à la profondeur des fourneaux et dont le diamètre est supérieur d'au moins 2 mm à celui des cartouches. Les bourroirs en métal sont à proscrire parce que, manipulés brutalement, ils transmettraient à l'explosif, du fait de leur masse importante, des chocs trop énergiques et par conséquent dangereux. Les bourroirs en fer peuvent en outre produire des étincelles indésirables. Les bourroirs en matière plastique sont à déconseiller, du moins ceux qui, par frottement, se chargent facilement d'électricité statique et peuvent par conséquent donner lieu à des étincelles dangereuses.

b) *En forant des fourneaux de mine de longueur convenable.*

Les mines trop longues, qui dépassent la profondeur du havage en veine ou du bouchon, font « canon » et laissent subsister des culots après le tir.

On appelle « culot de mine », une partie de fourneau subsistant après un tir. Il peut ou non contenir de l'explosif. Celui-ci peut être retrouvé en cartouches intactes, en masse comprimée, ou simplement en particules adhérant aux parois.

Les figures 45 et 46 montrent la partie du fourneau forée inutilement et susceptible de donner lieu à un « culot ».

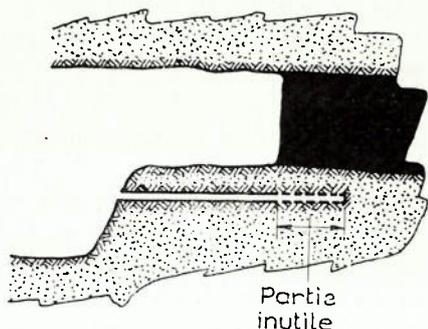


Fig. 45. — Coup de mine qui donnera un culot : la partie qui dépasse la profondeur havée de la veine ne travaillera pas à l'abatage et fera canon.

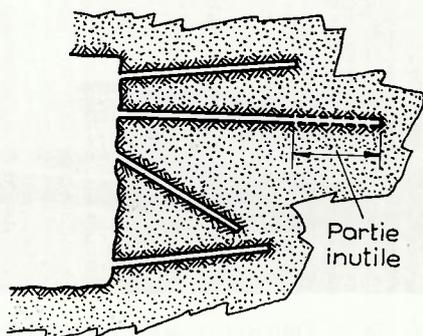


Fig. 46. — Coup de mine qui donnera un culot : la partie qui dépasse la profondeur du bouchon n'agira pas.

c) *En utilisant une charge d'explosif suffisante.*

Une charge normale peut devenir insuffisante si elle n'est pas bien poussée au fond du fourneau de mine ou si des intercalations de poussières séparent des cartouches (fig. 47). Dans ce cas, une partie du fourneau peut faire canon et laisser un culot après le tir.

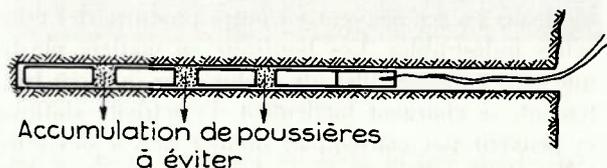


Fig. 47. — Vue de la poussière accumulée entre les cartouches.

C'est pourquoi il faut placer les cartouches l'une contre l'autre à l'entrée du fourneau et les pousser ensuite toutes ensemble jusqu'au fond du trou.

Pour éviter les risques de coincage des cartouches au cours du chargement, les fourneaux doivent présenter un diamètre supérieur de 4 mm à celui des cartouches. Ils doivent, en outre, être bien nettoyés.

Pour s'assurer que la charge se trouve bien au fond du trou de mine, il suffit de mesurer, avec le bourroir, la profondeur du trou de mine avant et après chargement, puis de voir si la différence obtenue correspond bien à la longueur de la charge.

d) *En amorçant correctement la charge d'explosif.*

Sauf dérogation du Directeur Divisionnaire des Mines, il ne peut y avoir par fourneau qu'un détonateur placé dans la dernière cartouche introduite, à l'extrémité voisine de l'orifice du fourneau, comme indiqué à la figure 48. Cet amorçage s'appelle « amorçage antérieur ». Le détonateur est disposé dans ladite cartouche de telle manière que sa tête, d'où sortent les fils, soit au contact du bourrage.

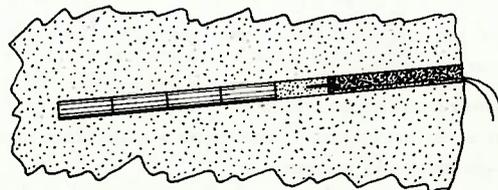


Fig. 48. — Disposition réglementaire du détonateur (amorçage antérieur)

Pour placer le détonateur dans la cartouche amorce, on ouvre l'enveloppe de celle-ci à l'une de ses extrémités puis, au centre de la surface apparente d'explosif, on pratique le logement destiné au détonateur, à l'aide d'une broche en cuivre ou en bronze. Lorsque le tube est enfoncé dans son logement, on doit pouvoir replier sur lui l'enveloppe de la cartouche, comme indiqué à la figure 49.

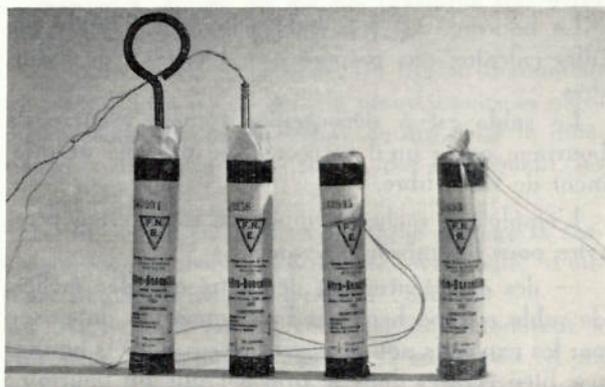


Fig. 49. — Photo montrant comment on doit placer le détonateur dans la cartouche-amorce.

La façon d'opérer qui consiste à mettre le détonateur à l'autre extrémité de la cartouche-amorce, c'est-à-dire du côté du reste de la charge et qui s'appelle « amorçage inverse » (fig. 50) est peu re-

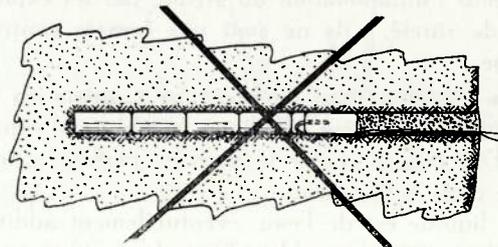


Fig. 50. — Mauvaise disposition du détonateur : amorçage inverse.

commandable et d'ailleurs interdite par le règlement.

En effet, avec cette disposition :

1) il peut rester, entre la cartouche-amorce et sa voisine, un vide qui sera nuisible à la bonne transmission de la détonation ;

2) les expériences au mortier d'acier montrent que la flamme qui sort du fourneau est plus importante et plus dangereuse vis-à-vis du grisou.

Il est ainsi défendu d'utiliser « l'amorçage postérieur », c'est-à-dire d'introduire la cartouche-amorce la première dans le fourneau (fig. 51).

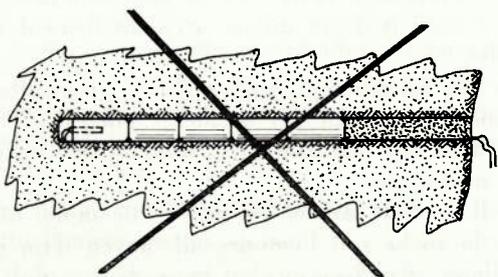


Fig. 51. — Mauvaise disposition du détonateur : amorçage postérieur.

Dans ce cas, l'onde de choc est dirigée vers le bourrage. Celui-ci est plus facilement éjecté et les flammes qui sortent alors du fourneau peuvent allumer le grisou.

Les essais de l'I.N.M. ont montré que cet amorçage « postérieur » provoque beaucoup plus souvent l'inflammation du grisou que l'amorçage réglementaire « antérieur ». De plus, s'il reste un culot, avec de l'explosif, celui-ci contient le détonateur et le danger est beaucoup plus grand.

Enfin, il convient d'insister sur le fait qu'il ne doit y avoir qu'un détonateur par fourneau ; la présence d'un second détonateur est inutile au point de vue de la transmission de l'onde explosive et ne peut qu'accroître le danger des culots éventuels.

e) *En employant des détonateurs de même résistance et de même fabrication, pour toutes les mines d'un tir.*

Cette recommandation est essentielle ; si on ne l'observe pas, les détonateurs peuvent présenter des sensibilités différentes. Les plus sensibles explosent les premiers et coupent le circuit à un instant où les moins sensibles n'ont pas encore reçu assez de courant. Ces derniers n'explosent pas et provoquent un raté partiel ; en outre, ils peuvent donner lieu à des coups débouffants comme le montre la figure 52.

Sur cette figure, on voit que si les mines avec détonateurs à retard n° 1 n'explosent pas, la mine avec détonateur à retard n° 2 doit « faire canon ».

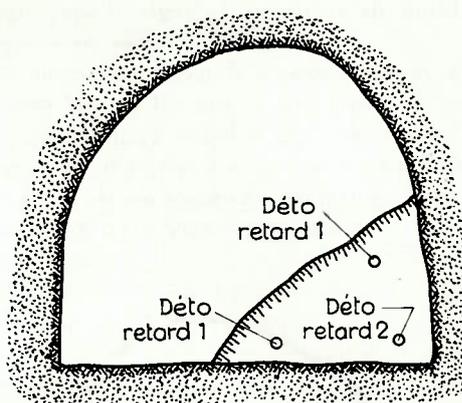


Fig. 52.

Il est donc indispensable d'utiliser pour un même tir des détonateurs d'un même paquet ou d'un même lot de fabrication.

Avant livraison, le fabricant essaie à l'ohmmètre et classe les détonateurs d'après la résistance électrique des amorces. Il les fournit en paquets ; chaque paquet ne peut contenir que des amorces dont les résistances ne diffèrent pas de plus de 0,2 ohm. La résistance moyenne est indiquée sur chaque paquet.

Si l'on veut procéder à la vérification de cette résistance, il faut prendre les précautions suivantes :

1) Le détonateur doit être placé derrière un écran garantissant l'opérateur contre les projections résultant d'une explosion éventuelle, par exemple dans un pot d'acier garni intérieurement de feutre.

2) Le détonateur essayé doit être écarté des autres détonateurs et des explosifs en vue d'éviter les explosions par influence.

3) Les piles alimentant l'ohmmètre doivent être soigneusement enfermées ; d'ailleurs toute source ou borne-prise de courant doit être écartée de l'endroit de la mesure et des meubles où l'on dépose les détonateurs.

4) Attendre au moins 5 s avant de toucher au détonateur essayé ; en effet, le détonateur n° 10 long retard n'explose que 5 s après le lancer du courant.

Plusieurs accidents se sont produits, lors de la vérification de la résistance de détonateurs, par suite de la non-observance de ces précautions.

Il est bon de remarquer qu'actuellement le fabricant vérifie la résistance de ses détonateurs avec le plus grand soin et que le contrôle par l'utilisateur n'a plus guère de raison d'être.

#### 4. Comment éviter les décapitations et les dénudations ?

Ces incidents sont à craindre dans le tir à retard et créent un risque d'inflammation du grisou, même avec les explosifs de sûreté.

Ils peuvent toutefois être évités, dans une large mesure, lors des tirs avec détonateurs à court retard,

à condition de respecter la règle d'amorçage suivante.

Deux mines voisines doivent être amorcées de numéros de retard qui se suivent ou qui sont espacés au maximum d'un échelon (par exemple : 0-1, 1-2, 2-3, 3-4 ou 0-2, 1-3, 2-4, 3-5, 4-6, etc., etc.).

Le temps qui sépare l'explosion de deux mines voisines ne doit donc pas excéder 70 ms.

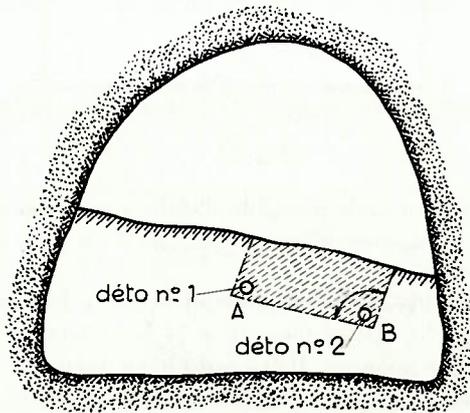


Fig. 53.

En effet, dans le cas de la figure 53, si le bloc hachuré cède sous l'action de la mine A, il découvrira longitudinalement la mine B qui, par suite, explosera en « tir d'angle ».

Mais si la mine B explose avec moins de 70 ms de retard sur la mine A, le bloc, bien que détaché, n'aura probablement pas encore eu le temps de quitter son logement et l'explosion de la mine B se fera avant que la dénudation ne se soit produite.

Le boutefeux doit donc veiller à bien respecter cette règle dans tous les tirs avec détonateurs à court-retard.

Il convient également d'éviter, autant que possible, que les trous de mines ne traversent une cassure de terrain, car celle-ci favorise les phénomènes de décapitation et la production de culots, comme le fait apparaître la figure 54.

La mine A risque de décapiter la mine B à l'endroit de la cassure et de favoriser la formation d'un culot au delà de celle-ci.

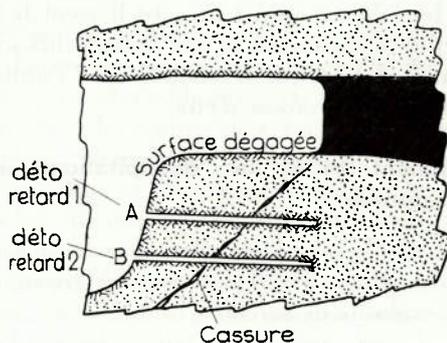


Fig. 54.

Il est également à conseiller de forer les mines parallèlement entre elles et parallèlement à la surface dégagée, à des intervalles d'au moins 0,40 m, sauf évidemment pour les dispositifs de bouchon.

## 5. Comment éviter les explosions intempestives par choc ?

Normalement, les explosifs sautent sous l'effet d'un détonateur mais ils peuvent aussi, dans certaines conditions, être mis à feu sous l'action d'un choc. C'est pourquoi :

1) Il ne faut jamais forer sur un culot, même lorsqu'il paraît vide et de faible longueur.

Il est également dangereux de forer trop près d'un culot, l'outil pouvant glisser accidentellement dans le culot.

De tels forages ont souvent donné lieu à des explosions provoquant des accidents graves.

2) Il ne faut pas curer les culots au moyen d'un outil métallique.

3) Il ne faut jamais débourrer une mine, ni dépecer la roche qui l'entoure au moyen d'un outil métallique. Ce dépeçage est cependant parfois nécessaire en charbon, à front de taille ; mais alors, il doit être exécuté par un agent de la surveillance.

4) Il faut éviter, bien entendu, tout forage pouvant atteindre une mine ratée ; à ce sujet, il ne faut pas oublier que des mines ratées peuvent être cachées par le tas de déblais résultant d'un tir.

5) Il faut éviter les chocs brutaux sur les explosifs et sur les détonateurs au cours du transport, de la préparation du tir et du chargement, ainsi que les tractions brutales sur les fils des détonateurs.

## C. Précautions relatives aux circuits de tir.

### 1. Comment obtenir une bonne ligne de tir ?

Nous avons vu que les étincelles électriques, qui peuvent se produire dans un circuit de tir, enflamment le grisou et que les défauts qui les provoquent peuvent, en outre, être cause de ratés.

On dit qu'une mine est ratée lorsque le lancer du courant dans le circuit de tir n'a pas provoqué l'explosion du détonateur de cette mine, dont la charge est restée entière et intacte dans son fourneau.

Les précautions suivantes permettent d'éviter les étincelles et les ratés.

#### a) Réalisation soignée des ligatures et connexions.

Le but à atteindre lors de l'établissement d'un circuit de tir (ligne, allonges, détonateurs, etc.) est d'y faire passer le courant maximum débité par l'exploseur.

Pour qu'il en soit ainsi, il faut que le circuit soit le moins résistant possible et, par conséquent, que toutes les ligatures et connexions (aux bornes de l'exploseur, entre tronçons de la ligne, entre ligne et



Fig. 55. — Mauvaise ligature.

allonges, entre détonateurs), soient bien serrées, métal sur métal.

Une ligature comme celle de la figure 55, mal serrée et qui a du jeu présente une grande résistance électrique. Elle diminue la valeur du courant. De plus, elle peut couper le courant ou l'interrompre et donner des étincelles qui allument le grisou. La figure 56 montre des ligatures bien faites.

Les traces d'oxydation, les poussières, la boue, les graisses, qui peuvent se trouver sur les conducteurs mis à nu, sont autant d'obstacles au passage du courant ; il nuisent au bon contact de deux conducteurs réunis dans la connexion ou la ligature et facilitent, la production d'étincelles au moment de la mise à feu.

Les fils à relier doivent donc être bien propres et éventuellement grattés au canif.

Il faut veiller aussi à la propreté des bornes de l'exploseur.

b) *Bon isolement de la ligne de tir et de ses connexions.*

Pour que le courant passe uniquement dans le circuit de tir, il faut qu'il n'y ait pas de fuite, pas

de court-circuit, donc pas de contact entre les deux conducteurs d'une ligne de tir ou entre deux connexions de fils de détonateurs.

Un tel contact peut s'établir en un endroit où l'isolant est absent ou détérioré, et où les deux conducteurs ou les deux connexions se touchent, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un pont réalisé par de l'humidité ou par une pièce métallique. Ces fuites, ces courts-circuits donnent souvent des étincelles très dangereuses vis-à-vis du grisou. En outre, le courant est détourné en tout ou partie et les détonateurs peuvent ne pas recevoir l'intensité nécessaire d'où possibilité d'un raté total ou partiel.

Ces défauts et le danger d'étincelles qui en résulte sont évités par un bon isolement. A cet effet, les lignes de tir doivent être d'un type agréé et les ligatures éventuelles le long de ces lignes doivent être soigneusement recouvertes de toile isolante.

De plus, lorsque les deux conducteurs sont coupés ou lorsqu'il s'agit de réunir deux tronçons de ligne de tir, les ligatures ne doivent pas être disposées l'une en face de l'autre, mais bien décalées d'une quinzaine de centimètres dans le sens de la longueur comme indiqué à la figure 57.

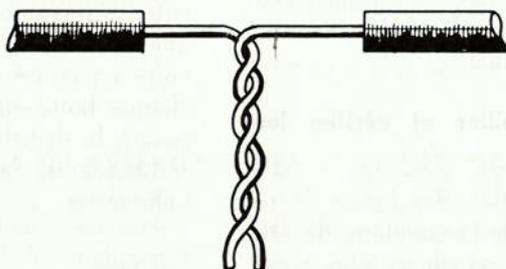
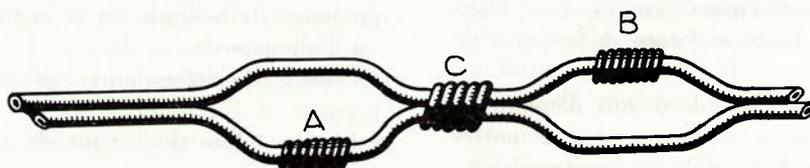


Fig. 56. — Bonnes ligatures.



A et B : ligatures entourées de toile isolante  
C : toile isolante

Fig. 57. — Façon de faire des ligatures dans une ligne de tir à fils accolés.

Quant aux connexions entre fils de détonateurs, elles peuvent rester nues en terrains secs.

Elles sont toutefois tenues éloignées l'une de l'autre ainsi que des parois rocheuses ou des objets métalliques voisins, de façon à éviter les mises à la terre.

En terrains humides et dans certains ateliers présentant des risques particuliers, elles seront isolées à l'aide de toile isolante ou de raccords isolants, dont on trouvera un exemple à la figure 58.

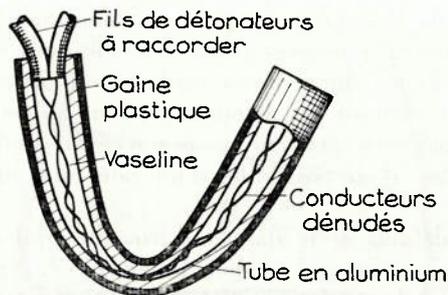


Fig. 58. — Coupe à travers un raccord isolant.

Il est à noter que l'ohmmètre ne permet pas de déceler les fuites de courant dues à l'humidité, alors que celles-ci peuvent cependant provoquer l'inflammation de grisou ou donner lieu à des ratés.

Le raccord isolant est un petit tube en aluminium entouré d'une gaine en matière plastique et rempli de vaseline. On y introduit les deux bouts des fils à relier et on plie le tube en deux ; il convient évidemment que la partie dénudée des fils soit entièrement engagée dans la vaseline.

## 2. Comment placer, surveiller et vérifier les circuits de tir ?

L'installation et la vérification des lignes de tir font l'objet des prescriptions de la circulaire du Directeur général des Mines n° 122 du 25 mars 1960.

Ces prescriptions peuvent se résumer comme suit :

- Les lignes volantes sont à conducteurs séparés ou accolés, mais jamais torsadés.
- Les lignes fixes sont à conducteurs séparés, ou sont constituées par un câble armé ou un câble souple de 15 mm de diamètre au moins.

Dans les lignes humides, les lignes autres que les câbles sont à conducteurs séparés, l'un étant placé à la paroi de droite et l'autre à la paroi de gauche.

Les fils raccordant la ligne de tir aux détonateurs sont appelés « allonges ». Celles-ci sont soumises aux projections du tir. Elles doivent être remplacées après chaque minage et sont constituées de deux conducteurs séparés, comportant une enveloppe isolante en matière synthétique de bonne qualité.

Les lignes de tir doivent faire l'objet de soins particuliers lors de leur installation.

En principe, la ligne doit être disposée le plus bas possible de façon à ne pas se trouver dans un mélange grisouteux, car le grisou s'accumule dans les parties hautes des galeries et c'est pour cela que le règlement interdit de poser la ligne dans le 1/3 supérieur de la section des galeries. Le fait de négliger cette précaution a déjà donné lieu à des coups de grisou.

D'autre part, la ligne doit, autant que possible, être mise à l'abri de toute détérioration du fait du tir, du transport ou de toute autre cause.

Lors du placement de la ligne de tir, il faut également éviter qu'elle ne soit soumise à des efforts de traction ; ainsi, dans les puits et galeries inclinés à plus de 45°, on utilise des câbles armés et la distance entre 2 supports ne peut dépasser 10 m, sauf si le câble est autoporteur.

Enfin, les lignes et circuits de tir font l'objet de vérifications visuelles et électriques, avant chaque tir, par le boutefeux, ainsi que de vérifications périodiques plus approfondies par un agent spécialisé.

La vérification électrique est de nature à déceler les défauts graves et à éviter les ratés.

Cette vérification ne peut être effectuée qu'au moyen d'un ohmmètre en bon état, d'un type agréé.

Pendant cette vérification, tout le personnel, y compris le boutefeux, se tient à l'écart du front de tir.

Cette vérification se fait à partir du poste de mise à feu.

Pour vérifier un circuit de tir, il faut d'abord calculer sa résistance. On connaît la résistance de chaque détonateur, laquelle est généralement comprise entre 1,5 et 1,8 ohm et est toujours mentionnée sur chaque boîte ou indiquée au boutefeux par le préposé à la distribution. On connaît, d'autre part, la résistance de la ligne de tir, qu'on a vérifiée à l'ohmmètre.

### Exemple.

Nous avons un front de 30 mines : la résistance des détonateurs est 1,8 ohm, la longueur de la ligne de tir est de 200 m.

La résistance ohmique par conducteur et pour 100 m est de 2,5 ohms.

Nous avons (fig. 59) :

résistance de la ligne : $4 \times 2,5$ (à contrôler à l'ohmmètre) ... ..	10,0
résistance des détonateurs : $30 \times 1,8$ ... ..	54,0
résistance totale du circuit de tir : ... ..	64,0

Si l'ohmmètre indique ce nombre ou un nombre très voisin, tout est normal.

Si l'ohmmètre indique une valeur supérieure, c'est qu'il y a des contacts défectueux donnant des résistances supplémentaires.

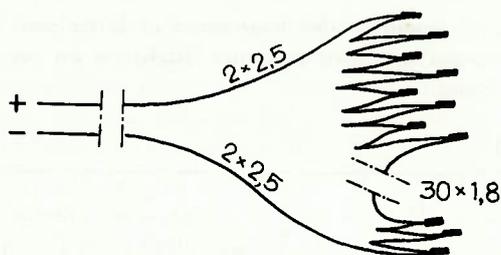


Fig. 59. — Schéma électrique du front.

Si au contraire, l'ohmmètre marque un nombre plus petit, cela indique que le boutefeu a oublié de raccorder certains détonateurs, ou les a raccordés en circuit fermé ou encore que des parties de la ligne sont court-circuitées, les deux conducteurs étant en contact en des points où l'isolant est défectueux.

Que la valeur, lue à l'ohmmètre, soit supérieure ou inférieure à la résistance calculée, il faut en tout cas revoir le circuit et rechercher les défauts pour les corriger.

**D. Précautions relatives aux exploseurs.**

Le boutefeu ne peut jamais abandonner son exploseur sans en emporter la clef de manœuvre. Cet exploseur doit être d'un type agréé et d'une puissance suffisante pour la résistance totale du circuit de tir.

Pour le tir, le boutefeu s'assure que les bornes de l'appareil sont propres et en bon état ; il y raccorde les extrémités de la ligne de tir soigneusement dénudées et nettoyées, puis les serre fortement sous les écrous des bornes.

Il n'actionne jamais qu'une seule fois son exploseur, à moins qu'il n'obtienne aucun départ à la première manœuvre.

En effet, dès qu'une manœuvre a provoqué le départ, ne fût-ce que d'une seule mine, toute manœuvre suivante est inutile et dangereuse.

*Inutile* : parce que le circuit de tir est coupé des qu'une mine a sauté et que l'on ne peut donc plus y faire passer du courant.

*Dangereuse* : parce que les pierres abattues par le départ des mines ont désordonné, dénudé, coupé les fils des détonateurs et des allonges, et que la deuxième manœuvre pourrait provoquer des étincelles dangereuses en cas de contact entre les fils endommagés.

**E. Précautions concernant le poste de tir et les gardes d'issues.**

En installant les gardes d'issues, le boutefeu doit leur indiquer un emplacement à l'abri des projections du tir. Il doit lui-même s'abriter convenablement.

A cet effet, il est bon de rappeler que l'on a vu des boutefeux grièvement blessés par des projections, alors qu'ils se trouvaient à plus de 100 m en ligne droite, du front de minage.

**F. Précautions vis-à-vis des fumées de tir.**

Après le tir, le retour à front ne peut se faire qu'après dilution suffisante des fumées résultant de l'explosion des mines. Ces fumées contiennent, en effet, des gaz toxiques, notamment de l'oxyde de carbone et des oxydes d'azote.

**CHAPITRE V. — CLASSEMENT DES ATELIERS DE MINAGE**

L'emploi des explosifs dans les mines est réglementé actuellement par l'arrêté royal du 12 septembre 1955, en vertu duquel un arrêté ministériel du 4 novembre 1958 a fixé la classification des ateliers de minage.

Le tableau II résume cette classification et le tableau III indique, pour chaque atelier, les types d'explosifs et de détonateurs pouvant être employés.

Les ateliers de minage se classent en quatre groupes, A, B, C et D, suivant différents critères et notamment le genre de travail, la présence de charbon, la teneur en cendres et en matières volatiles de ce charbon, la teneur en grisou dans le courant d'air, le mode de dégagement du grisou...

Pour faciliter la compréhension, nous avons dénommé « C spécial », la partie du groupe C où l'on ne peut employer les explosifs du type III qu'à la charge de 800 g.

Cette classification est exposée au tableau II.

Il faut remarquer que la teneur en grisou mentionnée en tête de chaque colonne est la teneur trouvée lors des analyses grisométriques prescrites par l'article 19 de l'A.R. du 12-9-55 : « Dans tous les ateliers de minage, des analyses grisométriques seront effectuées à des intervalles et dans des conditions fixés par le Directeur divisionnaire du bassin minier ».

Les échantillons d'air soumis à ces analyses sont prélevés, aussi uniformément que possible, dans toute la section parcourue par le courant d'air de ventilation de l'atelier. Ils ont pour but de donner une idée du caractère grisouteux de l'atelier de minage.

Ces analyses périodiques et l'emploi de l'explosif correspondant au groupe déterminé par la teneur en méthane trouvée lors de ces analyses, ne dispensent nullement le boutefeu de l'obligation de s'assurer, avant le chargement des mines et avant la mise à feu, de l'absence de grisou dans toute l'étendue

de l'atelier et surtout dans les endroits peu ou pas aérés tels que couronne de la galerie, cloches, recoins, etc.

*Le chargement des fourneaux et le tir sont deux opérations qui sont toujours interdites en présence de grisou.*

TABLEAU II

Désignation des ateliers de minage	Classification Teneur en grisou		
	< 0,5 %	0,5 à 1 %	> 1 %
Travaux au rocher . . . . .	A	B	C
id. à la recoupe de couche (en ferme ou en remblai) Charbon ou remblai constaté à la vue ou au cours du forage	B	C	C spécial
id. id. Tir en présence de charbon à moins de 40 % de cendres, plus de 30 cm de puissance et plus de 14 % de matières volatiles	C	C	C spécial
Bossements et recarrages des voies en veine; travaux préparatoires en veine et en remblais; remontages de taille et étreintes	B	C	C spécial
id. Tir en pierres en présence de charbon à moins de 40 % de cendres, plus de 30 cm de puissance et plus de 14 % de matières volatiles ou en présence de remblais	C	C	C spécial
Tir en veine; tir en fausse-voie; tir de foudroyage	B	C	C spécial
id. Plus de 14 % de matières volatiles	C	C	C spécial

Les ateliers du groupe D sont caractérisés par la présence ou le voisinage d'une couche à dégagement instantané.

TABLEAU III.

Groupe	Explosifs	Détonateurs
A	Types I, II, III et IV	L.R. - C.R. - I (*)
B	Types II, III et IV	C.R. - I
C	Type III en charge maximum de 1.000 g	C.R. - I
	Type IV en charge maximum de 1.300 g	C.R. - I
C spécial	Type III en charge maximum de 800 g	C.R. - I
	Type IV en charge maximum de 1.300 g	C.R. - I
D	Comme groupe C	C.R. - I

(\*) L.R. : à longs retards  
C.R. : à courts retards  
I : instantanés.

Les explosifs et les détonateurs qui peuvent être employés dans les différents groupes d'ateliers de la classification ci-dessus sont donnés au tableau III.

Dans les cas non prévus ci-dessus, il est fait usage d'explosifs des types III et IV, à la charge maximum de 1.000 g pour le type III et de 1.300 g pour le type IV, amorcés au moyen de détonateurs instantanés ou à courts retards, sauf dérogation accordée par le Directeur divisionnaire.

Il va sans dire que le boutefeu doit connaître le classement de l'atelier dans lequel il va miner afin de se munir du type d'explosif et du type de détonateur requis.

En pratique, il se conforme aux instructions qui lui sont données par le Directeur des travaux ou son représentant.

# L'aptitude à l'oxydation des houilles : La température initiale d'inflammation (\*)

par

L. COPPENS, Dr. Sc.,  
Chef de Laboratoire.

W. FASSOTTE,  
Licencié en Sciences.

W. DUHAMEAU,  
Ingénieur Technicien.

## SAMENVATTING

Deze bijdrage geeft de beschrijving van een proeve tot bepaling van de initiale ontvlammings-temperatuur der steenkolen. De bepaling is van conventionele aard, maar is een bruikbare methode om de aanvang van de verbranding van verschillende soorten steenkool te vergelijken.

Uit de toepassing van deze methode op 180 steenkoolmonsters, opgenomen in de lagen, blijkt dat de aanvang van de verbranding zich voordoet op temperaturen die des te hoger liggen naarmate de gehalten aan vluchtige bestanddelen, aan waterstof en aan zuurstof lager zijn. Alhoewel de verbranding van sterk geëvolueerde kolen steeds hogere temperaturen vergt, verminderen de initiale verbrandingssnelheden meer en meer.

Deze stelselmatige vermindering van de geschiktheid tot oxydatie bij grotere inkolingsgraad past zeer goed in een algemene interpretatie steunende op de evolutie van de intrinsieke oxyreactiviteit van de chemische structuren der steenkolen, evenals op de wijzigingen van hun fysische structuur.

## RESUME

L'étude comporte la description d'un essai de détermination de la température initiale d'inflammation des houilles. La détermination présente un caractère conventionnel, mais elle permet d'établir une comparaison valable des débuts de combustion des divers types de houilles.

Appliquée à 180 échantillons de houille prélevés en veine, la détermination montre que les débuts de combustion requièrent des températures d'autant plus élevées que les indices de matières volatiles et les teneurs en hydrogène et oxygène sont plus faibles. Au surplus, bien que la combustion des houilles fortement évoluées ne s'amorce qu'à des niveaux de température de plus en plus élevés, les vitesses initiales de combustion, loin de s'accroître, diminuent de plus en plus.

Cette réduction systématique de l'aptitude à l'oxydation avec le degré de fossilisation s'inscrit logiquement dans le cadre d'une interprétation générale faisant appel non seulement à l'évolution de l'oxy-réactivité intrinsèque des structures chimiques des houilles, mais également aux modifications de leur structure physique.

## SOMMAIRE

0. INTRODUCTION.
1. DETERMINATION DE LA TEMPERATURE INITIALE D'INFLAMMATION.
  11. Principe du mode opératoire.
  12. Description sommaire de l'appareillage.
  13. Préparation et exécution des essais.
2. SYSTEMATIQUE DE LA TEMPERATURE INITIALE D'INFLAMMATION  $T_{10}^{0_2}$  DANS LES HOUILLES BELGES — LES VITESSES INITIALES DE COMBUSTION.
  21. Systématique de la température initiale d'inflammation  $T_{10}^{0_2}$  dans les houilles belges.
  22. Vitesses initiales de combustion.
  23. Commentaires.

(\*) Ce texte a fait l'objet du Bulletin technique « Houilles et Dérivés » Inchar n° 22.

## 0. INTRODUCTION

Au cours des dix dernières années, nous avons publié une série de cinq communications relatives aux méthodes d'analyse et d'essai des houilles, telles que nous les appliquons à l'Institut National de l'Industrie Charbonnière. Nous avons ainsi examiné successivement les techniques opératoires concernant l'analyse immédiate et élémentaire, les déterminations du soufre sous ses diverses formes, celles des matières minérales vraies, ainsi que les divers essais permettant de comparer l'aptitude à la cokéfaction des divers types de houille [1] [2] [3] [4] [5] [6].

Loin de constituer des tentatives de normalisation, toutes ces communications d'ordre opératoire s'inscrivent normalement dans le cadre d'une étude comparative des houilles belges en cours, depuis 1950, à l'Institut National de l'Industrie Charbonnière. Précisant dans le détail les techniques opératoires suivies, ces communications préliminaires préparent en fait la publication de l'ensemble des résultats obtenus au cours de l'étude systématique des houilles belges.

Dans cette sixième et dernière communication d'ordre opératoire, nous présenterons deux études ayant pour objet l'aptitude à l'oxydation des houilles.

L'affinité des houilles pour l'oxygène est une propriété industriellement importante. Elle se manifeste, dès la température ordinaire, par la détérioration des propriétés cokéfiantes et, dans de nombreux cas, par l'inflammation spontanée des stocks. Du point de vue industriel encore, l'oxydation contrôlée constitue une des voies de valorisation des houilles. Par ailleurs, du point de vue théorique, l'oxydation ménagée est une des techniques d'étude de la constitution des combustibles solides fossiles.

Les deux études constituant cette sixième communication ont pour but final d'établir les variations systématiques de l'aptitude à l'oxydation des divers types de houilles en fonction de leur rang. La première étude, que nous présentons ici, concerne la détermination et la systématique de la *température initiale d'inflammation*, grandeur impliquant l'aptitude à l'oxydation à température uniformément croissante. La seconde étude, qui paraîtra ultérieurement, aura pour objet la détermination, et également la systématique, des augmentations de poids résultant de l'oxydation à l'air, à température constante, soit 100° C.

Nous verrons que les deux grandeurs, adoptées comme critère de l'aptitude à l'oxydation, présentent un caractère assez conventionnel. Dans le cas des houilles, la notion d'oxyréactivité ne se prête d'ailleurs pas à une définition suffisamment nette.

Au fait, l'aptitude à l'oxydation des houilles est conditionnée par un ensemble de propriétés chimi-

ques et physiques de la matière, propriétés dont les interventions respectives ne s'établissent pas d'une façon simple.

C'est ainsi que l'oxyréactivité intrinsèque de la substance est loin d'être le seul facteur déterminant, les divers paramètres des surfaces internes pouvant intervenir dans une large mesure. L'interprétation devra donc tenir compte de ces facteurs d'ordre physique. Elle devra également retenir la fragilité thermique des combinaisons oxygénées formées; suivant les températures mises en jeu, celles-ci se décomposent plus ou moins rapidement en eau, en anhydride carbonique et en oxyde de carbone. Tout ceci n'est pas sans compliquer l'interprétation des observations.

## 1. DETERMINATION DE LA TEMPERATURE INITIALE D'INFLAMMATION (MO. n° 12).

On examinera d'abord le principe de la détermination; on décrira ensuite l'appareillage pour résumer finalement le mode opératoire.

### 11. Principe du mode opératoire.

Soit un dispositif permettant d'élever, suivant une loi de chauffe linéaire bien déterminée, la température d'une masse de charbon en grains calibrés. La masse est traversée par un courant d'oxygène de débit constant. Tant que la vitesse de combustion reste négligeable, la température de la masse de charbon évolue évidemment suivant la loi de chauffe imposée. Mais, elle s'en écarte et dépasse de plus en plus les températures imposées, au fur et à mesure que la combustion s'accélère.

Par convention, on retiendra comme *température initiale d'inflammation*, la température acquise par la masse de combustible, au moment où l'écart atteint  $n$  °C, la ou les valeurs de  $n$  étant à fixer suivant le but poursuivi.

Nous utiliserons le symbole  $T_n^0$  et, dans l'examen comparatif des divers types de houilles, on fixera la valeur de  $n$  à 10 °C, cette valeur conférant aux déterminations un degré de précision suffisant.

### 12. Description sommaire de l'appareillage.

L'appareillage comporte les éléments ci-dessous:

#### 121. Four d'essai.

C'est le four décrit dans la communication relative à l'étude des propriétés cokéfiantes [6]. Il est constitué d'un cylindre en laiton (fig. 1) ( $d$ : 125 mm;  $ht$ : 300 mm), chauffé par une résistance en Kanthal. Le cylindre est percé de cinq trous verticaux ( $d$ : 25 mm) pouvant servir de réceptacles à divers appareils d'essai. Un sixième trou, central ( $d$ : 10 mm) reçoit un thermomètre dont la cuvette pé-

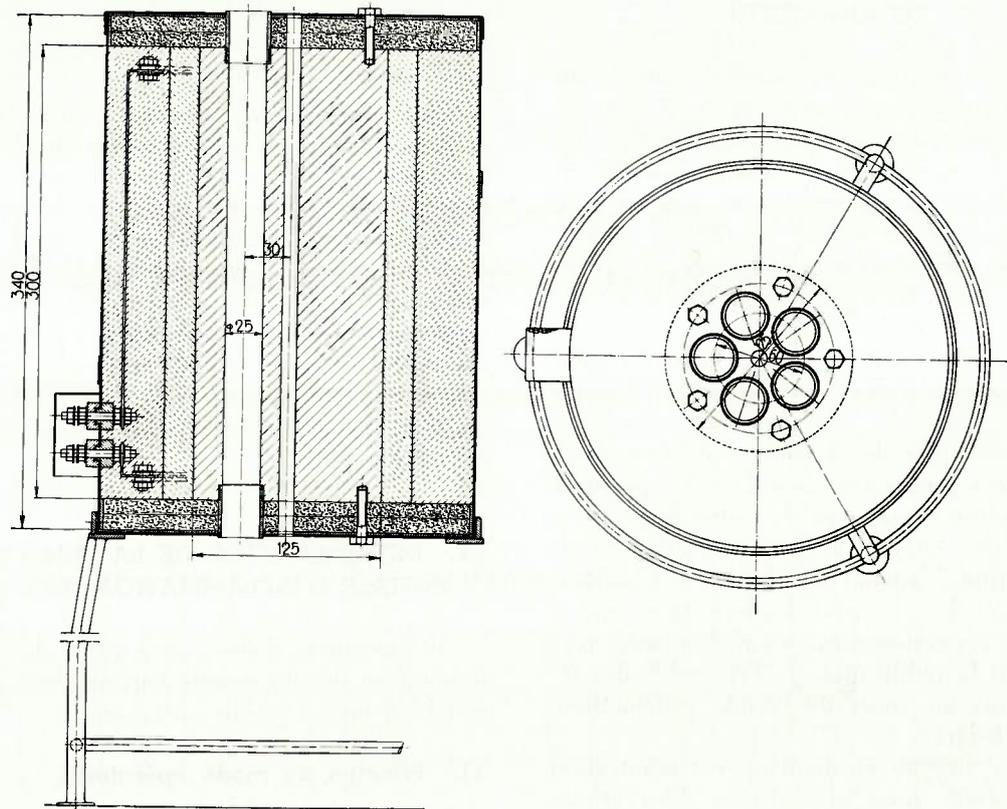


Fig. 1. — Four d'essai.

nètre jusqu'au niveau médian du four. La loi de chauffe adoptée est de  $1,0^{\circ}\text{C}/\text{min}$ .

#### 122. Tube témoin et tube de réaction.

Ce sont deux tubes en verre Pyrex (T 1 et T 2) aux dimensions indiquées à la figure 2. Ils occupent chacun un des trous récepteurs du four (fig. 2 et 3). Ils sont raccordés par un tuyau en caoutchouc de telle sorte que le comburant débité par le dispositif d'alimentation passe d'abord par le tube témoin et traverse ensuite le tube de réaction. Chaque tube reçoit un remplissage formant support et constitué d'un rouleau en tube de cuivre ; au-dessus de ce dernier est entassée de la laine de verre, jusqu'à un repère correspondant au niveau médian du four. Dans le tube témoin (T 1), le support reçoit  $5\text{ cm}^3$  de grains de chamotte, de dimensions comprises entre  $297$  et  $701\ \mu$  ; dans le tube de réaction (T 2), le support reçoit  $5\text{ cm}^3$  de charbon de même granulométrie. On décrira plus loin la préparation de la prise de charbon ; celle-ci doit être représentative de l'échantillon de départ.

Les températures des deux charges sont indiquées respectivement par les thermomètres th 1 et th 2 ; ceux-ci touchent les filtres de laine de verre et leur cuvette est entièrement recouverte par les grains.

#### 123. Dispositif d'alimentation en comburant (fig. 3).

Le comburant est déversé dans un gazomètre formé de deux bouteilles de 5 litres (B 1 et B 2) ; de-

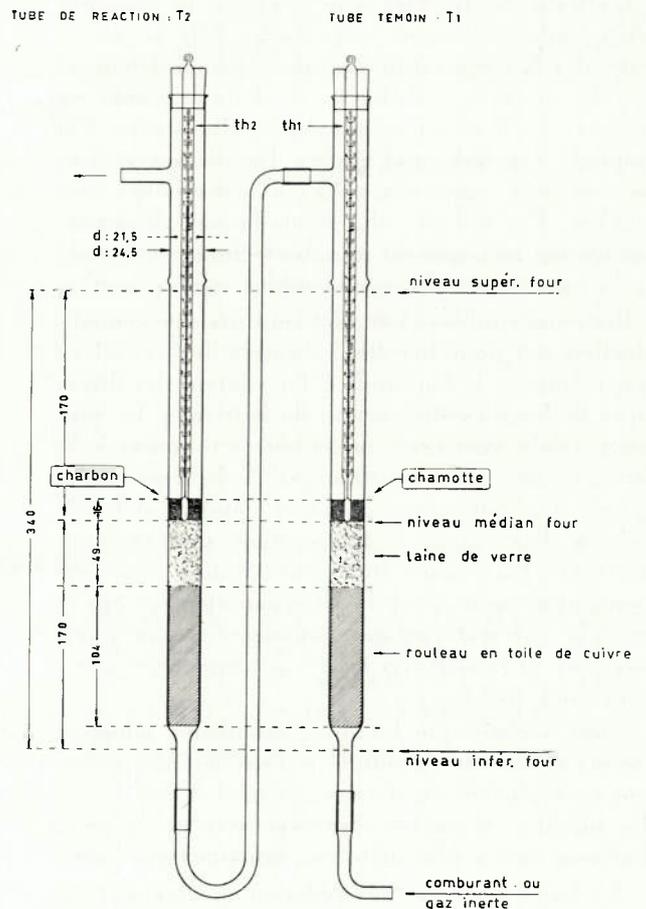


Fig. 2. — Tube de réaction et tube témoin.

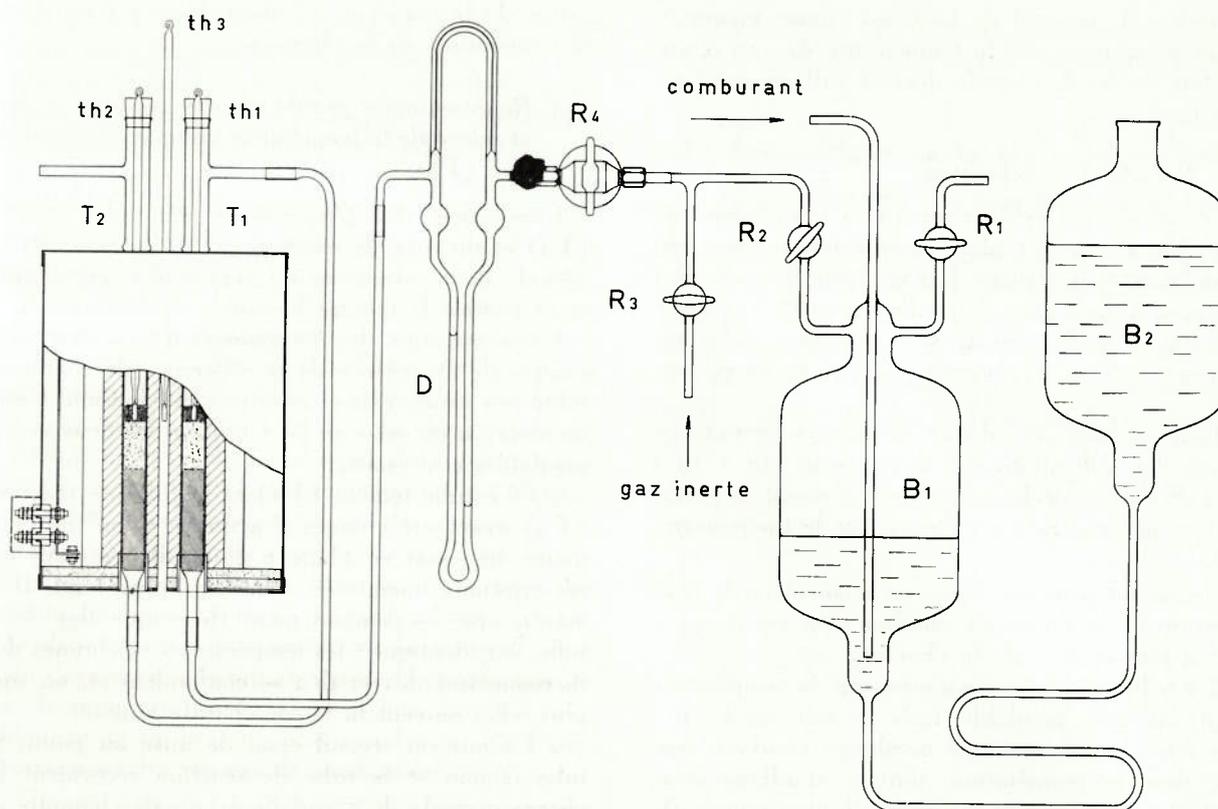


Fig. 3. — Schéma d'ensemble du dispositif d'essai.

avant passer à travers l'eau de remplissage, il se sature donc de vapeur d'eau. Du gazomètre, le gaz comburant passe successivement à travers le robinet R 2, la vanne à pointeau R 4, le débitmètre D, le tube T 1 et le tube de réaction T 2 ; l'exit des gaz de combustion est assuré par l'ajutage latéral du tube de réaction.

Signalons encore qu'une dérivation (R 3) permet de réaliser la dessiccation préalable de la prise d'essai en courant de gaz inerte (CO<sub>2</sub> ou N<sub>2</sub>) ; par le jeu des robinets R 2 et R 3, on peut passer rapidement d'une alimentation gazeuse à l'autre. Le débitmètre D a évidemment été étalonné pour le gaz inerte comme pour le gaz comburant.

### 13. Préparation et exécution des essais.

La préparation et l'exécution des essais peuvent être résumées comme suit :

#### 131. Préparation des prises d'essai.

On procède de façon à obtenir des prises qui, par suite de leur classement entre deux tamis, sont constituées de particules présentant une surface externe de valeur moyenne sensiblement constante tout en restant représentatives de l'échantillon [7].

On part d'un échantillon représentatif, broyé de façon à passer entièrement au tamis de 177  $\mu$  d'ouverture de mailles. La poudre est pastillée à la presse utilisée dans les déterminations calorimétri-

ques. Les pastilles étant fragmentées au mortier, on garde les particules retenues entre les tamis de 207 et 701  $\mu$  d'ouverture de mailles. La poudre passant au tamis de 207  $\mu$  est repassée à la presse et les nouvelles pastilles sont concassées avec le refus au tamis de 701  $\mu$  ; on classe à nouveau en gardant les grains retenus entre les deux tamis. L'opération est poursuivie jusqu'à la mise en grains de l'entière de l'échantillon.

Certains charbons maigres ne peuvent être pastillés ; le procédé est donc inapplicable à ces charbons.

#### 132. Période de dessiccation de la prise.

Les tubes T 1 et T 2 ayant été chargés et disposés comme il a été dit, on établit les jonctions, ouvre le robinet R 3 et règle la vanne à pointeau R 4 de façon à laisser passer un courant de gaz inerte de l'ordre de 140 cm<sup>3</sup>/min ( $\cong$  20 °C ;  $\cong$  760 mm).

Entretemps, on porte la température du four à 110 °C. Une fois atteinte, cette température est maintenue pendant 30 min (1).

Au bout de ce temps, on élève la température suivant la loi de chauffe linéaire de 1,0<sup>5</sup> °C/min.

(1) Cette opération préalable n'a pas pour objet d'assurer la dessiccation rigoureuse des prises, mais de ramener celles-ci à des états hygrométriques comparables d'un essai à l'autre. A ce sujet, notons que le comburant utilisé est saturé de vapeur d'eau.

Toutefois, le courant de  $\text{CO}_2$  est encore maintenu jusqu'au moment où, la température de  $120^\circ$  étant atteinte, la loi de chauffe devient suffisamment régulière.

### 133. Période de combustion.

Le moment où le four atteint la température de  $120^\circ$  (th 3) est considéré comme temps zéro. On ferme aussitôt R 3, ouvre R 2 et ajuste la vanne R 4 de façon à établir un débit d'oxygène de  $171 \text{ cm}^3/\text{min}$  (gaz humide à  $20^\circ\text{C}$ , sous 760 mm), débit qui sera maintenu rigoureusement jusqu'à la fin de l'essai.

Tout au long de celui-ci on note de minute en minute les indications des thermomètres th 1, th 2 et, à titre de contrôle, on relève également de temps à autre la température indiquée par le thermomètre th 3.

L'essai est poursuivi jusqu'au moment où la température de la masse de charbon dépasse de  $11$  à  $12^\circ$  la température de la chamotte.

Il y a lieu de faire remarquer que la température de dessiccation préalable, fixée en principe à  $110^\circ$ , doit être abaissée pour de nombreux charbons jeunes, dont la température initiale d'inflammation peut être particulièrement basse. L'abaissement de la température de dessiccation doit être tel qu'après l'admission du comburant, il s'écoule encore au moins une dizaine de minutes avant que la tempé-

rature de la masse de charbon dépasse d'un degré la température de la chamotte.

### 134. Représentation graphique des données d'essai et relevé de la température initiale d'inflammation ( $T_{10}^0$ ).

L'évolution des températures du tube témoin ( $T_1$ ) et du tube de réaction ( $T_2$ ), au cours de la période de combustion, est représentée graphiquement comme le montre l'exemple de la figure 4.

L'interprétation des diagrammes d'essai doit tenir compte de l'incidence de la différence de conductibilité des charges de chamotte et de charbon. Cette incidence a été mise en évidence par les deux essais préalables ci-dessous.

1<sup>o</sup>) Le tube témoin ( $T_1$ ) et le tube de réaction ( $T_2$ ) ayant été chargés chacun de  $5 \text{ cm}^3$  de chamotte, un essai en blanc a été réalisé suivant les prescriptions opératoires détaillées plus haut. Il a montré que le comportement thermique des deux tubes est identique : les températures isochrones des thermomètres th 1 et th 2 se confondent et, au surplus, elles suivent la loi de chauffe imposée.

2<sup>o</sup>) Dans un second essai de mise au point, le tube témoin et le tube de réaction recevaient la charge normale de  $5 \text{ cm}^3$  de grains de chamotte et de grains de charbon respectivement. L'essai était conduit dans les conditions opératoires types, mais, au cours de la période correspondant normalement

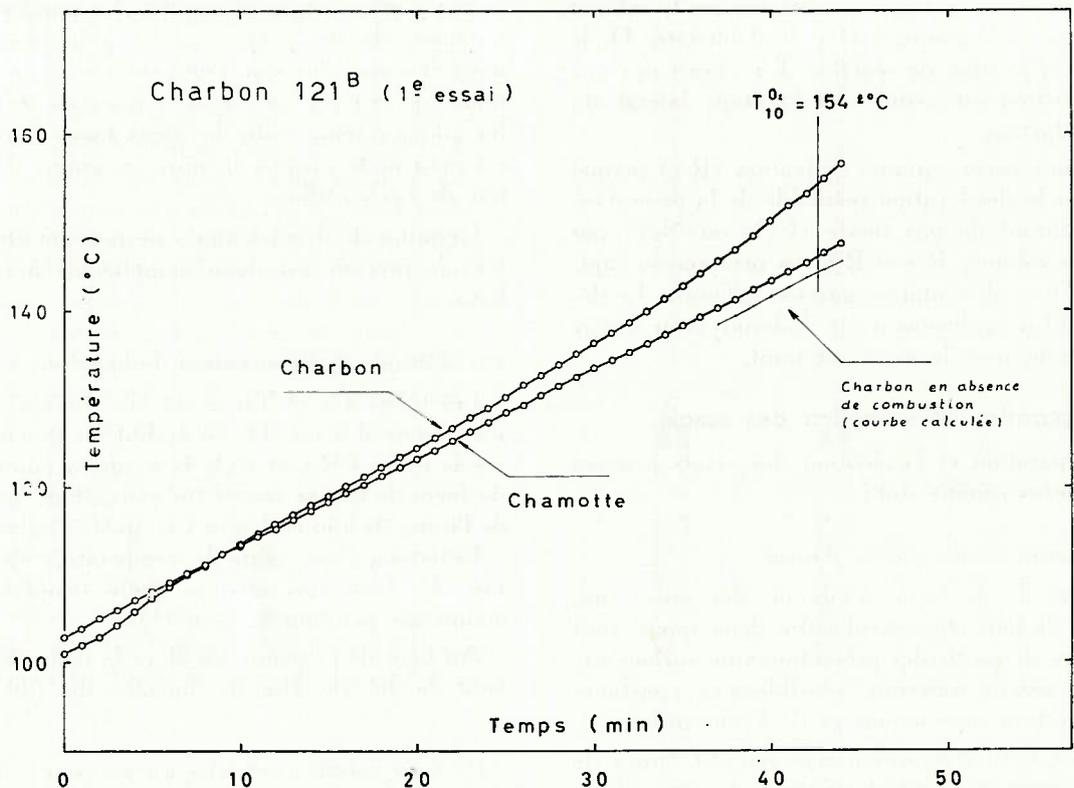


Fig. 4. — Exemple de détermination de la température initiale d'inflammation : Charbon n° 121<sup>B</sup>. Analyse immédiate du charbon mis en équilibre hygrométrique avec l'air ambiant : Humidité (He) = 1,88 ; cendres (Cs) = 3,37 ; indice de matières volatiles (MV) = 31,34.

à la combustion, on maintenait le courant de gaz inerte, réglé au débit de 171 cm<sup>3</sup>/min.

L'essai a montré que, dans les conditions opératoires normales, mais en absence de combustion, les températures de la masse de charbon (th 2) sont en moyenne inférieures de 1,75 °C aux températures isochrones de la chamotte ; l'écart est dû aux conductibilités thermiques différentes de la chamotte et du charbon.

Ceci explique la situation qui se présente au temps 0, c'est-à-dire au moment où l'on passe de l'alimentation en gaz inerte à l'alimentation en gaz comburant. Dans l'exemple de la figure 4 (dessiccation préalable faite à 95 °C), la charge de charbon, au moment de l'admission du comburant, se trouve à 101,0 °C. Cette température est de 1,9° inférieure à celle de la masse de chamotte, soit 102,9° ; en absence de combustion, l'écart se maintiendrait à, quelques dixièmes de degré près. En réalité, quelques minutes plus tard, par suite du début de réaction, la température de la masse de charbon commence à se rapprocher de la température de la chamotte pour la dépasser ensuite, avec un écart augmentant de plus en plus rapidement avec l'accroissement des vitesses de combustion.

Compte tenu de ce qui précède, la température initiale d'inflammation,  $T_{10}^{0_2}$  pour  $n = 10$  °C, sera la température acquise par la masse de charbon, au moment où la combustion l'a portée à 10 — 1,75°, soit 8,25° au-dessus de la température isochrone de la chamotte. Le diagramme de la figure 4 montre que, dans le cas du charbon 121<sup>B</sup>,  $T_{10}^{0_2} = 154,2$  °C.

On remarquera que, dans le mode opératoire adopté et avec la correction de conductibilité thermique appliquée,  $T_{10}^{0_2}$  indique la température à laquelle la masse de charbon en combustion dépasse de 10° la température à laquelle elle se fût trouvée, dans les mêmes conditions, mais en absence de combustion.

**2. SYSTEMATIQUE DE LA TEMPERATURE INITIALE D'INFLAMMATION  $T_{10}^{0_2}$  DANS LES HOUILLES BELGES. LES VITESSES INITIALES DE COMBUSTION**

Les résultats que nous présentons dans cette deuxième partie de l'étude se rapportent à 180 échantillons de houille prélevés dans les couches en exploitation normale de 34 sièges d'extraction ; ces sièges sont à peu près uniformément répartis sur l'ensemble des bassins belges.

Précisons encore qu'une épuration préalable des prélèvements, en liqueur de D<sup>e</sup> 1.45, réduit la charge minérale des échantillons d'essai à moins de 5 %, dans la plupart des cas. A ces faibles taux de matières minérales, les températures initiales

d'inflammation, qui ne peuvent être rapportées aux combustibles purs, deviennent néanmoins comparables.

**21. Systématique de la température initiale d'inflammation  $T_{10}^{0_2}$  dans les houilles belges.**

Le diagramme de la figure 5 représente les variations de  $T_{10}^{0_2}$  en fonction de l'indice de matières volatiles, rapporté à la matière organique pure des divers combustibles (MV<sup>p</sup>). Les 180 valeurs de  $T_{10}^{0_2}$  représentées constituent dans chaque cas la valeur moyenne obtenue à partir de deux déterminations.

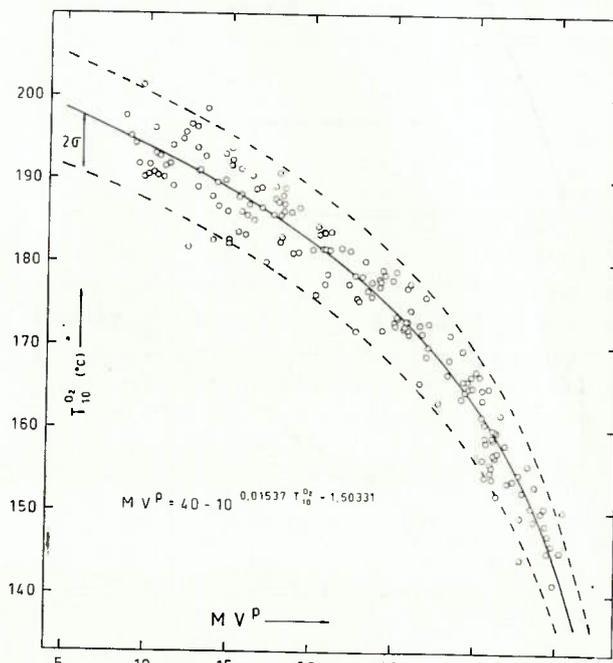


Fig. 5. — Variations de  $T_{10}^{0_2}$  en fonction de l'indice de matières volatiles, rapporté à la matière organique pure des divers combustibles.

Le diagramme montre que, dans le domaine d'indices de matières volatiles s'étendant de 36 à 8, les températures initiales d'inflammation croissent de 137 à 196 °C. L'aptitude à l'inflammation est donc une fonction décroissante du degré de fossilisation.

La courbe moyenne du diagramme a été établie comme suit.

On a d'abord tracé une courbe provisoire à travers l'ensemble des points représentatifs. Son allure suggérait que l'on se trouvait en présence d'une courbe exponentielle simple, d'asymptote verticale correspondant à  $MV^p \cong 40$ .

Cette valeur étant retenue, la courbe a été retournée dans le sens de la largeur de façon à faire coïncider l'asymptote avec l'axe des ordonnées (fig. 6a). Ce retournement revient à prendre comme abscisses les différences (40 — MV<sup>p</sup>). On constate que, dans ces conditions, trois abscisses quelconques

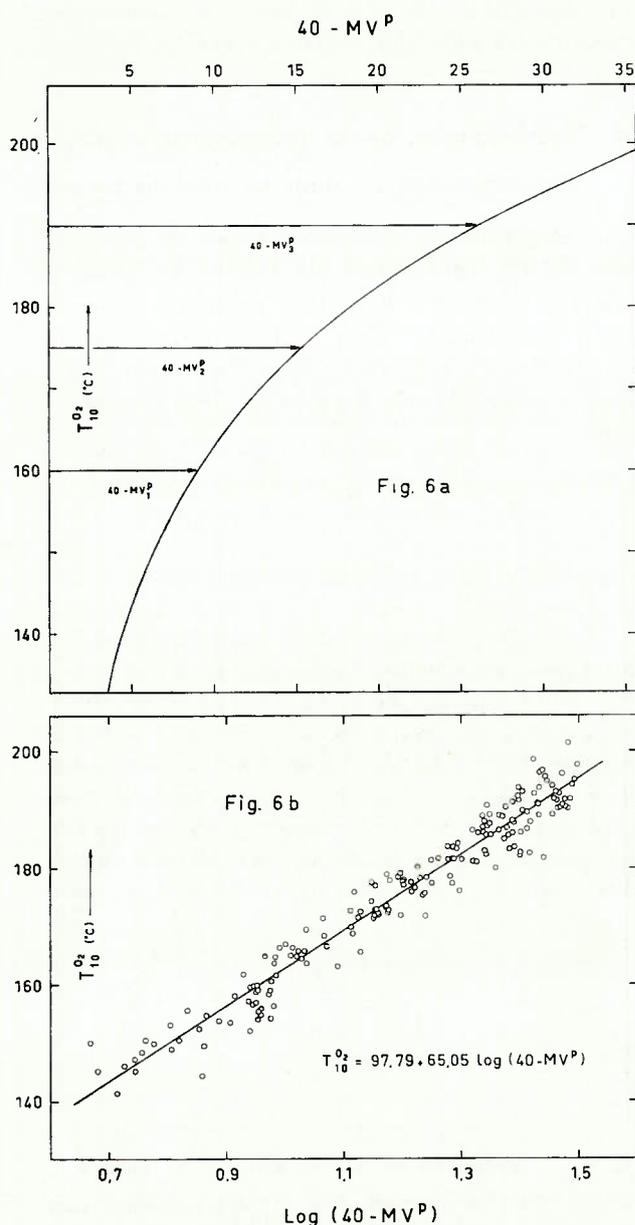


Fig. 6. — Etablissement de l'équation exprimant statistiquement  $T_{10}^{O_2}$  en fonction de l'indice de matières volatiles.

mais équidistantes,  $(40 - MV_1^P)$ ,  $(40 - MV_2^P)$  et  $(40 - MV_3^P)$ , vérifient suffisamment la relation  $x_2^2 = x_1 \times x_3$  caractérisant les exponentielles simples [8] [9].

Cela étant, on a représenté toutes les valeurs individuelles de  $T_{10}^{O_2}$  en fonction des logarithmes des différences  $(40 - MV^P)$  correspondantes (fig. 6 b). On a ainsi obtenu une plage représentative linéaire dont le coefficient de corrélation atteint la valeur élevée de 0,9741 (2).

(2) En attribuant à l'asymptote les valeurs  $MV^P = 37,5$  et  $MV^P = 42,5$ , on obtient des coefficients de corrélation moins élevés, soit 0,9703 et 0,9738 respectivement.

L'application de la méthode des moindres carrés donne la droite statistique ci-dessous :

$$T_{10}^{O_2} = 97,79 + 65,05 \log (40 - MV^P) \quad 1$$

D'où la loi de variation exponentielle

$$MV^P = 40 - 10^{0,01537 T_{10}^{O_2} - 1,50331} \quad 2$$

à laquelle correspond la courbe de la figure 5.

En réalité, la courbe a été tracée à partir des données du tableau I, données obtenues en introduisant dans la relation 1 les valeurs entières de  $MV^P$ .

TABLEAU I. — Valeurs statistiques de  $T_{10}^{O_2}$  aux valeurs entières de l'indice de matières volatiles.

$MV^P$	$T_{10}^{O_2}$ (°C)	$MV^P$	$T_{10}^{O_2}$ (°C)
7	196,6	22	179,5
8	195,7	23	177,8
9	194,8	24	176,1
10	193,9	25	174,3
11	192,9	26	172,4
12	191,9	27	170,3
13	190,9	28	168,0
14	189,8	29	165,5
15	188,7	30	162,8
16	187,6	31	159,9
17	186,4	32	156,5
18	185,1	33	152,8
19	183,8	34	148,4
20	182,4	35	143,3
21	181,0	36	137,0

Calculée pour l'ensemble des valeurs expérimentales de  $T_{10}^{O_2}$ , la déviation standard,  $\sigma$ , par rapport aux valeurs statistiques est de 3,2°. Ceci revient à dire que, dans 95 % des cas au moins, la valeur statistique de  $T_{10}^{O_2}$ , déduite du seul indice de matières volatiles, ne s'écarte au maximum que de  $6,5^2$  ( $2\sigma$ ) de la valeur déterminée expérimentalement.

Au diagramme de la figure 5, la courbe statistique a été encadrée de deux courbes enveloppes tracées en observant précisément, de part et d'autre de la courbe moyenne, une distance égale à  $2\sigma$ . La bande ainsi délimitée contient donc au moins 95 % des points expérimentaux.

Il peut être intéressant de montrer comment se présentent les variations de  $T_{10}^{O_2}$  en fonction des teneurs en carbone, hydrogène et oxygène respectivement.

Dans un travail antérieur, nous avons établi les équations statistiques traduisant les variations des compositions élémentaires des houilles belges en fonction de leur indice de matières volatiles, rap-

porté à la substance sèche et exempt de matières minérales [9] <sup>(3)</sup>.

aux valeurs entières de l'indice de matières volatiles, d'après les équations 3, 4 et 7.

Ces équations sont reprises au tableau II.

TABLEAU II.

Equations statistiques exprimant les compositions élémentaires des houilles belges en fonction de l'indice de matières volatiles [9].

$C^p = 91,188 + 6,975 \log (4,46579 - 2,8078 \log MV^p)$	3
$H^p = 1,084 + 2,8078 \log MV^p$	4
$N^p = 0,718 + 0,6762 \log MV^p$	5
$S_{org}^p = 0,891 - 0,00296 MV^p$	6
$O^p = 100 - [C^p + H^p + N^p + S_{org}^p]$	7

Ces équations permettent d'aboutir rapidement aux trois représentations graphiques envisagées. Il suffit simplement de compléter le tableau I par les valeurs statistiques numériques du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, telles qu'elles s'établissent,

<sup>(3)</sup> Ces équations ont été établies sur la base des résultats d'analyse des 141 premiers prélèvements effectués au moment de la présentation de l'étude de référence [9].

On obtient ainsi le tableau III et le groupe de trois diagrammes de la figure 7. Nous en ferons le commentaire au 23. Ce commentaire retiendra surtout les variations de  $T_{10}^{O_2}$  en fonction des teneurs en hydrogène et oxygène. Ces teneurs, dans leur propre variation, semblent, en effet, fournir une explication plausible de l'oxyréactivité intrinsèque de la substance des houilles.

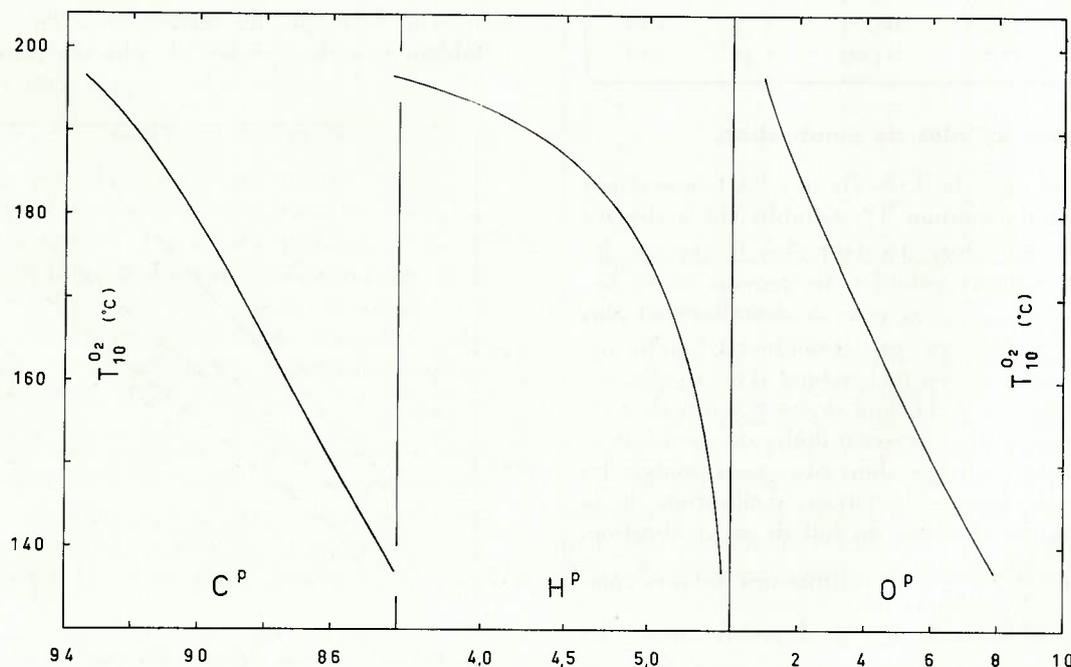


Fig. 7. a, b, c. — Courbes statistiques des variations de  $T_{10}^{O_2}$  en fonction des teneurs en carbone, hydrogène et oxygène respectivement.

TABLEAU III.

Carbone, hydrogène, oxygène et  $T_{10}^{O_2}$  statistiques aux valeurs entières de l'indice de matières volatiles.

MVP	$T_{10}^{O_2}$ (°C) (relat. 2)	C <sub>P</sub> (relat. 3)	H <sub>P</sub> (relat. 4)	O <sub>P</sub> (relat. 7)
7	196,6	93,43	3,46	0,95
8	195,7	93,18	3,62	1,00
9	194,8	92,95	3,76	1,07
10	193,9	92,72	3,89	1,14
11	192,9	92,50	4,01	1,21
12	191,9	92,28	4,11	1,30
13	190,9	92,07	4,21	1,40
14	189,8	91,86	4,30	1,50
15	188,7	91,65	4,39	1,60
16	187,6	91,44	4,47	1,72
17	186,4	91,22	4,54	1,85
18	185,1	91,01	4,61	1,97
19	183,8	90,79	4,68	2,11
20	182,4	90,56	4,74	2,27
21	181,0	90,33	4,80	2,43
22	179,5	90,09	4,85	2,60
23	177,8	89,85	4,91	2,78
24	176,1	89,59	4,96	2,98
25	174,3	89,33	5,01	3,18
26	172,4	89,05	5,06	3,40
27	170,3	88,75	5,10	3,65
28	168,0	88,43	5,15	3,91
29	165,5	88,09	5,19	4,20
30	162,8	87,72	5,23	4,53
31	159,9	87,31	5,27	4,89
32	156,5	86,86	5,31	5,29
33	152,8	86,35	5,35	5,76
34	148,4	85,74	5,38	6,34
35	143,3	85,02	5,42	7,01
36	137,0	84,09	5,45	7,91

## 22. Vitesses initiales de combustion.

De ce qui précède il résulte que les températures initiales d'inflammation  $T_{10}^{O_2}$  s'établissent à des niveaux de température d'autant plus élevés que les indices de matières volatiles, les teneurs en hydrogène et les teneurs en oxygène des houilles sont plus faibles. Cela étant, on peut examiner un autre aspect de la question en recherchant dans quelle mesure l'accroissement du rang et des niveaux de température modifie les vitesses initiales de combustion.

Nous admettons que dans nos essais, malgré les échanges de chaleur, la vitesse d'élévation de la température du charbon, du fait de sa combustion, c'est-à-dire  $\frac{\Delta n}{\Delta d}$  (°C/min), constitue une mesure comparative valable de la vitesse de combustion elle-même.

Au diagramme de la figure 8, on a, pour trois charbons de rangs différents, représenté en fonction du temps, les variations de l'élévation de tempéra-

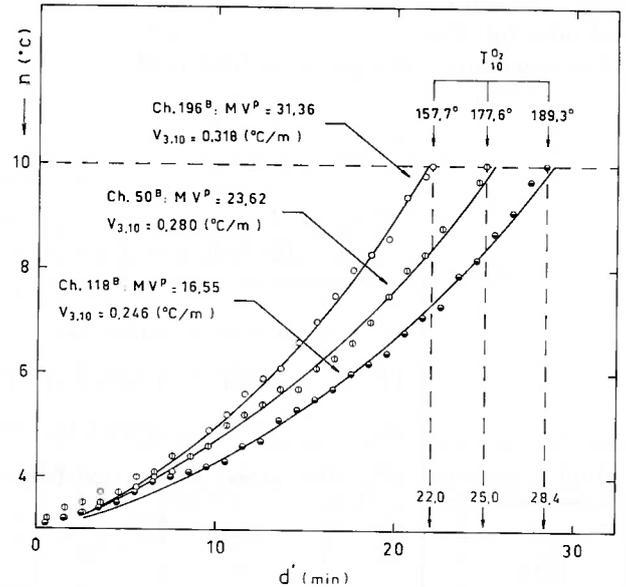


Fig. 8. — Valeurs de l'élévation de température  $n$  en fonction du temps  $d'$ , pour trois charbons de rangs différents.

ture  $n$ , dans l'intervalle s'étendant de  $n = 3$  à  $n = 10$ . Le temps,  $d'$ , est compté en prenant comme origine, non le temps zéro, retenu aux feuilles d'essais, mais celui correspondant à  $n = 3$ .

Dans les 3 cas retenus à la figure 8, les vitesses moyennes d'élévation de la température dans l'intervalle de  $n$  compris entre 3 et 10 °C,

$$V_{3,10} = \frac{\Delta n}{\Delta d'}$$

sont de 0,318, 0,280 et 0,246 °C/min respectivement.

Avec l'accroissement du degré de fossilisation, les vitesses initiales de combustion se réduisent donc fortement, bien que les températures mises en jeu s'établissent à des niveaux de plus en plus élevés.

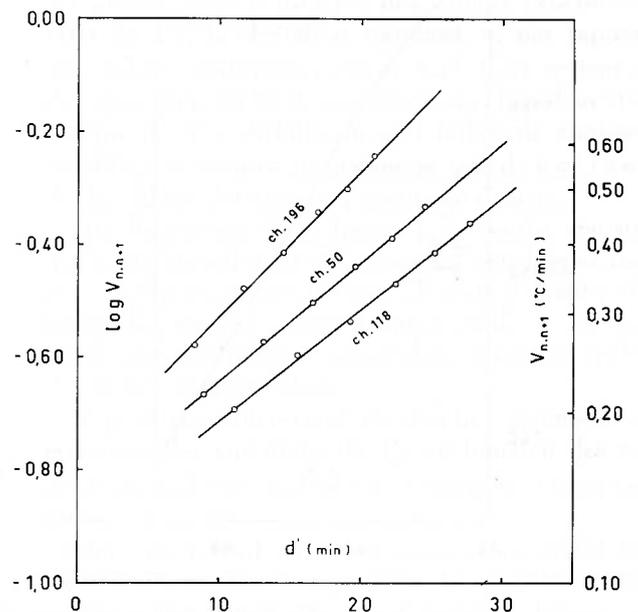


Fig. 9. — Vitesses  $V_{n,n+1}$  dans la succession d'intervalles  $\Delta n$  réduits à l'unité.

La conclusion reste valable si l'on considère les vitesses  $V_{n,n+1}$  dans la succession d'intervalles  $\Delta n$  réduite à l'unité (fig. 9).

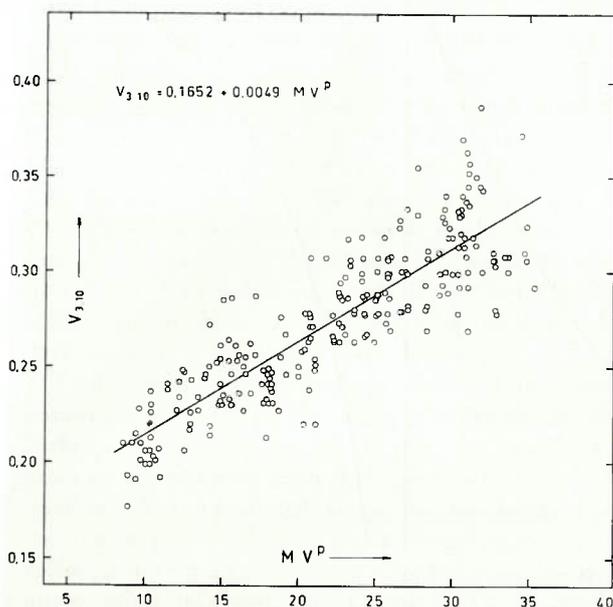


Fig. 10. — Variations de  $V_{3,10}$  en fonction de l'indice de matières volatiles, rapporté à la matière organique pure des divers combustibles.

Au diagramme de la figure 10, on a, pour l'ensemble des charbons expérimentés (4), représenté les vitesses intervallaires  $V_{3,10}$ , en fonction de  $MV^p$ . La plage représentative, d'allure linéaire, donne un coefficient de corrélation de 0,844, valeur qui peut encore être considérée comme très acceptable.

La droite statistique, calculée par la méthode des moindres carrés, correspond à la relation

$$V_{3,10} = 0,1652 + 0,0049 MV^p \quad 8$$

Calculée pour l'ensemble des valeurs expérimentales de  $V_{3,10}$  retenues, la déviation standard par rapport aux valeurs statistiques, déduites de la relation 8, est de 0,02°. La valeur relativement élevée de l'écart est due au fait qu'à la dispersion relevant des combustibles mêmes, s'ajoute l'incidence des écarts à la loi de chauffe et des imprécisions propres aux déterminations de  $T_3^{O_2}$  et  $T_{10}^{O_2}$ .

Procédant comme pour la température initiale d'inflammation  $T_{10}^{O_2}$ , on peut, aux valeurs entières de l'indice de matières volatiles, mettre en regard les valeurs statistiques de  $V_{3,10}$  et les teneurs statistiques de  $C^p$ ,  $H^p$  et  $O^p$  (tableau IV).

(4) Les vitesses intervallaires représentées sont les vitesses données par chacun des deux essais que comporte la détermination de  $T_{10}^{O_2}$  de chaque charbon. En réalité, on a éliminé un certain nombre d'essais pour lesquels la loi de chauffe s'écartait trop de la valeur adoptée (1,05 °C/min).

De là, les courbes statistiques des figures 11a, 11b et 11c. Ici, comme pour les variations de  $T_{10}^{O_2}$ , l'interprétation devra plus spécialement porter l'attention sur les teneurs en hydrogène et oxygène.

TABLEAU IV.

$V_{3,10}$ , carbone, hydrogène et oxygène statistiques aux valeurs entières de l'indice de matières volatiles.

$MV^p$	$V_{3,10}$ (relat. 8)	$C^p$ (relat. 3)	$H^p$ (relat. 4)	$O^p$ (relat. 7)
7	0,200	93,43	3,46	0,95
8	0,204	93,18	3,62	1,00
9	0,209	92,95	3,76	1,07
10	0,214	92,72	3,89	1,14
11	0,219	92,50	4,01	1,21
12	0,224	92,28	4,11	1,30
13	0,229	92,07	4,21	1,40
14	0,234	91,86	4,30	1,50
15	0,239	91,65	4,39	1,60
16	0,244	91,44	4,47	1,72
17	0,249	91,22	4,54	1,85
18	0,253	91,01	4,61	1,97
19	0,258	90,79	4,68	2,11
20	0,263	90,56	4,74	2,27
21	0,268	90,33	4,80	2,43
22	0,273	90,09	4,85	2,60
23	0,278	89,85	4,91	2,78
24	0,283	89,59	4,96	2,98
25	0,288	89,33	5,01	3,18
26	0,293	89,05	5,06	3,40
27	0,298	88,75	5,10	3,65
28	0,302	88,43	5,15	3,91
29	0,307	88,09	5,19	4,20
30	0,312	87,72	5,23	4,53
31	0,317	87,31	5,27	4,89
32	0,322	86,86	5,31	5,29
33	0,327	86,35	5,35	5,76
34	0,332	85,74	5,38	6,34
35	0,337	85,02	5,42	7,01
36	0,342	84,09	5,45	7,91

### 23. Commentaires.

De ce qui précède il résulte donc que les débuts de combustion des houilles requièrent une température d'autant plus élevée que leurs indices de matières volatiles et leurs teneurs en hydrogène et oxygène sont plus faibles. Au surplus, bien que la combustion des houilles fortement évoluées ne s'amorce qu'à des niveaux de température de plus en plus élevés, les vitesses initiales de combustion, loin de s'accroître, diminuent de plus en plus.

Ce double aspect de la réduction de l'aptitude à l'oxydation avec l'accroissement du degré de fossilisation ne peut, sans doute, être dissocié de l'évolution des compositions élémentaires (fig. 5, 7, 10 et 11).

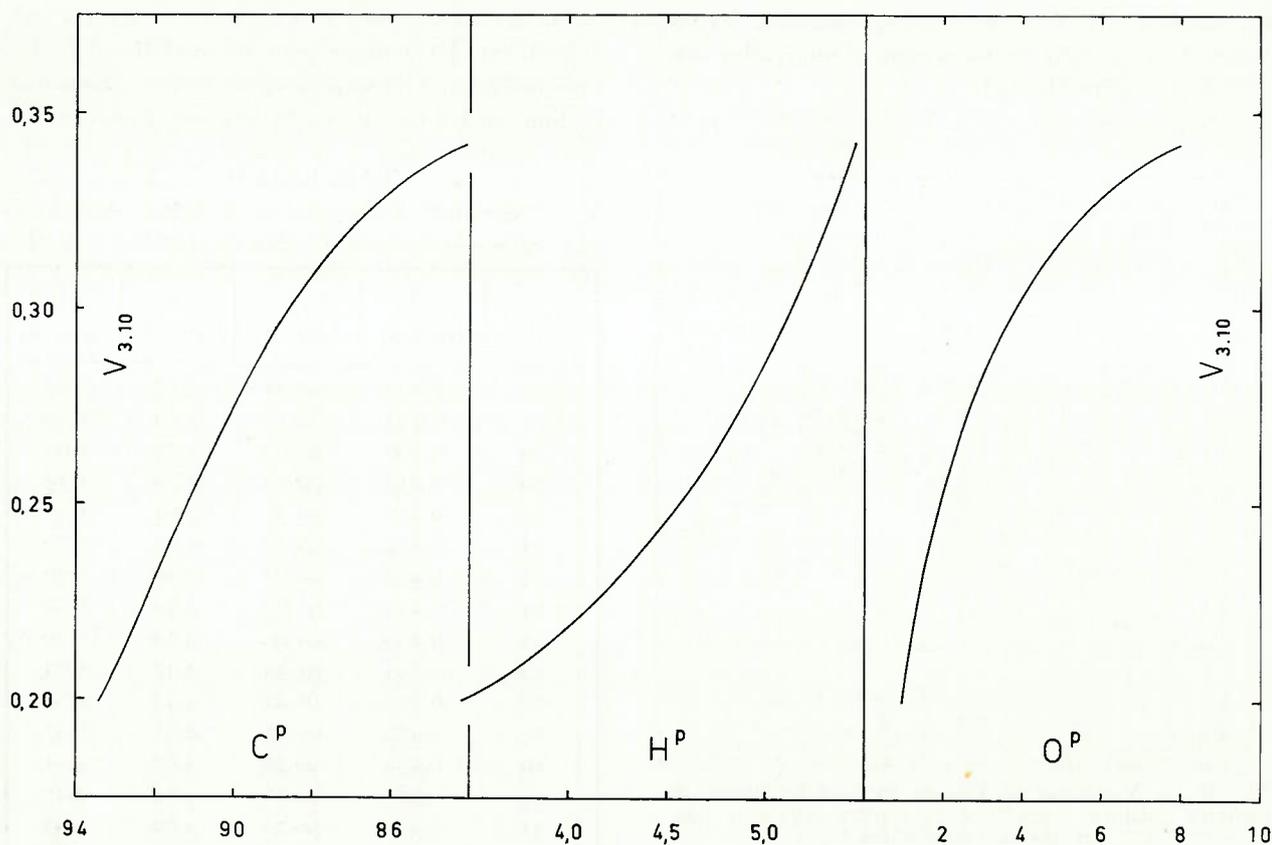


Fig. 11. — Courbes statistiques des variations  $V_{3.10}$  en fonction des teneurs en carbone, hydrogène et oxygène respectivement.

Toutefois, l'interprétation, comprise au sens propre du mot, doit davantage essayer de saisir les transformations des structures chimiques que les variations des compositions élémentaires ne font que traduire de façon globale. A cela, il faut ajouter que les modifications des structures physiques ne peuvent être perdues de vue.

Il y a lieu de rappeler d'abord une loi bien connue des organiciens, à savoir que, dans certaines limites, une molécule organique saturée, par elle-même assez réfractaire à l'oxydation, s'oppose généralement beaucoup moins à l'introduction de l'oxygène, dès que celui-ci a pu prendre pied dans la molécule.

Dans une revue bibliographique consacrée à l'oxydation des houilles, Yohe [10] cite comme exemple le cas des hydrocarbures saturés et celui des hydrocarbures purement aromatiques. C'est ainsi que l'alcool éthylique ( $C_2H_5OH$ ) et l'acétaldéhyde ( $CH_3CHO$ ) sont plus facilement oxydés que l'éthane ( $C_2H_6$ ) dont ils dérivent; le phénol ( $C_6H_5OH$ ) et les naphthols ( $C_{10}H_7OH$ ) le sont plus facilement que le benzène  $C_6H_6$  et le naphthalène ( $C_{10}H_8$ ) respectivement; la benzaldéhyde ( $C_6H_5CHO$ ), également, est plus facilement oxydée que le toluène ( $C_6H_5CH_3$ ). Certaines structures oxygénées sont toutefois plus réfractaires à l'attaque ultérieure des agents d'oxydation, notamment cer-

tains types de cétones, d'éthers et d'acides carboxyliques.

La grande aptitude à l'oxydation des houilles jeunes semble ainsi pouvoir être attribuée à l'abondance de structures oxygénées réactives, à groupements hydroxyles (phénols...) et carbonyles (quinones...), entre autres <sup>(5)</sup>. Au cours de la fossilisation, ces structures réactives se réduisant progressivement avec les abaissements des indices de matières volatiles, l'oxygène résiduel des houilles fortement évoluées n'y subsisterait, en ordre principal, que dans des structures beaucoup moins réactives, du type éther-oxyde, entre autres.

Cette interprétation, basée sur la seule oxyréactivité intrinsèque de la substance, peut paraître satisfaisante. Mais, au fait, l'aptitude à l'oxydation des houilles est une propriété globale dont les variations sont dictées, non seulement par les variations de l'oxyréactivité propre des structures chimiques, mais aussi par les modifications des structures physiques.

Considérons notamment l'incidence des divers paramètres relatifs aux surfaces internes.

On sait que la surface interne des houilles est de l'ordre de 100 m<sup>2</sup>/g. Cette énorme surface est

<sup>(5)</sup> D'après I.G.C. Dryden [11], la majeure partie (70-90 %) de l'oxygène des charbons bitumineux se présenterait sous forme de groupements hydroxyles et quinoniques.

développée pour ainsi dire entièrement, par les parois d'un réseau de capillaires ultrafins, dont l'ouverture est limitée à quelques dizaines de Å seulement. C'est par ce réseau que l'oxygène peut, plus ou moins rapidement suivant la température, diffuser à l'intérieur du combustible et provoquer l'oxydation des sites réactifs. L'oxyréactivité intrinsèque de la substance et toutes les autres conditions étant égales, l'aptitude à l'oxydation dépendrait ainsi de la seule étendue des surfaces internes. Mais celle-ci, d'après les résultats de l'adsorption du méthane, sous pression saturante [12], ne varie guère que de 90 à 120 m<sup>2</sup>/g environ en passant des houilles d'indice de matières volatiles 35 aux anthraciteux d'indice 8 (6). Ces variations sont relativement faibles et, au surplus, elles se font en sens contraire des variations de l'aptitude à l'oxydation.

Toutefois, il y a lieu de tenir compte d'un second paramètre, qui relève du degré d'accessibilité des surfaces internes. En réalité, le réseau de capillaires présente de nombreux étranglements, de l'ordre de quelques Å, rendant difficile, voire impossible, l'accès d'une partie plus ou moins importante de la surface interne, même à des molécules d'un diamètre aussi réduit que celui de l'oxygène. Il va de soi que l'aptitude à l'oxydation doit s'en trouver réduite dans une large mesure.

Aussi, aux stades initiaux de l'oxydation, l'oxyréactivité intrinsèque de la substance n'est donc pas le seul facteur déterminant l'aptitude à l'oxyda-

(6) Les surfaces de 90 à 120 m<sup>2</sup>/g ont été calculées en admettant pour la molécule du méthane un diamètre de 3,97 Å.

tion ; le degré d'accessibilité des surfaces internes constitue un autre facteur important.

Or, si les houilles jeunes sont statistiquement des combustibles à structures poreuses largement ouvertes, le degré de constriction augmente avec le rang pour devenir maximum aux indices de matières volatiles de l'ordre de 20 ; une déconstriction intervient ensuite dans les houilles anthraciteuses.

Ainsi, les houilles jeunes, bien que leurs surfaces internes soient plus réduites, doivent leur grande aptitude à l'oxydation, non seulement à la plus grande oxyréactivité de leurs structures chimiques, mais également à une plus grande accessibilité de leurs surfaces internes. Dans les houilles à indices de matières volatiles de l'ordre de 20, l'aptitude à l'oxydation beaucoup plus réduite est à attribuer, non seulement à la réduction de leur oxyréactivité intrinsèque, mais aussi à la constriction extrême de leurs surfaces internes. Dans les houilles anthraciteuses, la déconstriction des réseaux capillaires doit, dans une certaine mesure, accroître l'aptitude à l'oxydation, alors qu'à ces stades, l'oxyréactivité intrinsèque reste pratiquement constante, ainsi que nous le montrerons dans la seconde étude de cette communication.

A ce court commentaire, il faudrait encore ajouter que les deux paramètres de surface peuvent, dans une certaine mesure, se modifier au cours de l'oxydation même.

On conçoit ainsi que le début de combustion des houilles constitue un phénomène complexe, dont l'étude et l'interprétation sont loin d'être simples.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [ 1 ] L. COPPENS et J. VENTER. — L'analyse immédiate. Bulletin Technique « Houille et Dérivés », Inichar, n° 4, 1951, janvier.
- [ 2 ] L. COPPENS et J. VENTER. — La détermination des teneurs en carbone et hydrogène des houilles. La détermination des teneurs en anhydride carbonique des carbonates de la partie minérale. Bulletin Technique « Houille et Dérivés », Inichar, n° 5, 1951, septembre.
- [ 3 ] L. COPPENS et J. VENTER. — Les déterminations analytiques relatives au soufre des houilles. Bulletin Technique « Houille et Dérivés », Inichar, n° 6, 1952, mars.
- [ 4 ] L. COPPENS et J. VENTER. — Les matières minérales vraies des houilles, leur détermination et leur incidence sur les résultats d'analyse et d'essai des combustibles. Bulletin Technique « Houille et Dérivés », Inichar, n° 7, 1952, août.
- [ 5 ] L. COPPENS et J. VENTER. — Quelques déterminations relatives aux propriétés cokéfiantes des houilles. Bulletin Technique « Houille et Dérivés », Inichar, n° 8, 1955, mars.
- [ 6 ] L. COPPENS et J. VENTER. — Quelques déterminations relatives aux propriétés cokéfiantes des houilles (suite). Bulletin Technique « Houille et Dérivés », Inichar, n° 12, 1957, novembre.
- [ 7 ] D.J.W. KREULEN. — Grundzüge der Chemie und Systematik der Kohlen. — Edit. D.B. Centen's Uitgevers-Maatschappij N.V. (Amsterdam), 1935.
- [ 8 ] G. JEENER. — La mise en équation des courbes et leur fonction réelle. Edit. Desoer (Liège).
- [ 9 ] L. COPPENS. — Quelques aspects pratiques d'une étude comparative des houilles belges. XXXI<sup>e</sup> Congrès International de Chimie Industrielle (Liège), septembre, 1958.
- [ 10 ] G.R. YOHE. — Oxidation of coal. Illinois State Geological Survey Report 207. Urbana, Illinois, 1958.
- [ 11 ] I.G.C. DRYDEN. — The influence of functional oxygen-containing groups on the apparent internal surface of coals. B.C.U.R.A. Monthly Bulletin, 1960, juillet, p. 289-296.
- [ 12 ] L. COPPENS. — Etudes sur la nature du gisement des grisous. Annales des Mines de Belgique, 1937, 1<sup>re</sup> livraison, p. 137-208.

# Les laboratoires de préparation des charbons d'Inichar (\*)

par G. BURTON,  
Ingénieur principal divisionnaire.

## SAMENVATTING

De laboratoria die de steenkolenmonsters onderzoeken, opgenomen in de proefinrichtingen van het proefstation, zowel als in de kolenwasserijen van de mijnen, voeren op grote schaal een zeker aantal operaties uit zoals drogen, zeven, malen, monsternamen, ontleding in zware vloeistof enz.

De meeste dezer operaties geven aanleiding tot stofvorming, (zeven, malen monsternamen) en het is nodig aangepaste stofvangers te voorzien, zoniet verlenen de lokalen zeer spoedig een uitzicht van verwaarlozing, dat nadelig inwerkt op de zorg waarmede de operateurs hun bewerkingen uitvoeren.

De zware vloeistoffen die gebruikt worden voor de densimetrische ontleding van de fijnkolen (benzol, tetrachloorkoolstof, bromoform) geven aanleiding tot giftige dampen die zo volledig mogelijk moeten verwijderd worden.

Ter intentie van de kolenmijnen wordt hierna een bondige beschrijving gegeven van de wijze waarop deze moeilijkheden opgelost werden in de laboratoria van het Nationaal Instituut voor de Steenkolenrijverheid. Achtereenvolgens worden de volgende bewerkingen behandeld.

1. Verwijdering van het vocht (filtratie en thermische droging).
2. Zeven, malen en monsternamen.
3. Ontleding in zware vloeistoffen.

## RESUME

Les laboratoires destinés à traiter les échantillons prélevés tant dans les installations expérimentales de la station d'essais que dans les lavoirs des charbonnages sont amenés à effectuer couramment un certain nombre d'opérations, telles que séchage, tamisage, broyage, échantillonnage, analyse en liqueurs denses, etc...

La plupart de ces opérations sont génératrices de poussières (tamisage, broyage, échantillonnage) et il convient de prévoir des dispositifs de captage appropriés si l'on désire que les locaux ne prennent pas trop rapidement un aspect négligé qui influe défavorablement sur le soin des opérateurs.

Les liqueurs denses utilisées pour les analyses densimétriques des charbons fins (benzol, tetrachlorure de carbone, bromoforme) dégagent des vapeurs toxiques qu'il convient d'éliminer le plus complètement possible.

Il nous a paru intéressant de donner, à l'intention des charbonnages, une rapide description des solutions apportées à ces problèmes dans les laboratoires d'Inichar. Nous envisagerons successivement les opérations de :

1. Elimination de l'eau (filtration et séchage thermique).
2. Criblage, broyage et échantillonnage.
3. Analyse en liqueurs denses.

(\*) Ce texte a fait l'objet du Bulletin technique « Préparation des Minerais » Inichar n° 12.

### 1. ELIMINATION DE L'EAU

Les échantillons arrivant au laboratoire de contrôle sont constitués presque exclusivement, soit de produits provenant du lavage de fines brutes (lavé, produit intermédiaire, mixte, schiste) prélevés dans les lavoirs de charbonnages ou sur notre installation pilote et qui contiennent généralement 15 à 20 % d'eau, soit de mousses et de tailings de flottation provenant de cellules de laboratoire, semi-industrielles ou industrielles.

Le premier problème qui se pose est celui de l'élimination de l'eau contenue dans ces différents échantillons.

#### 11. Etuve à circulation forcée.

Les produits inférieurs à 5 ou 10 mm provenant des lavoirs à fines et contenant 15 à 20 % d'eau sont séchés thermiquement dans une étuve à circu-

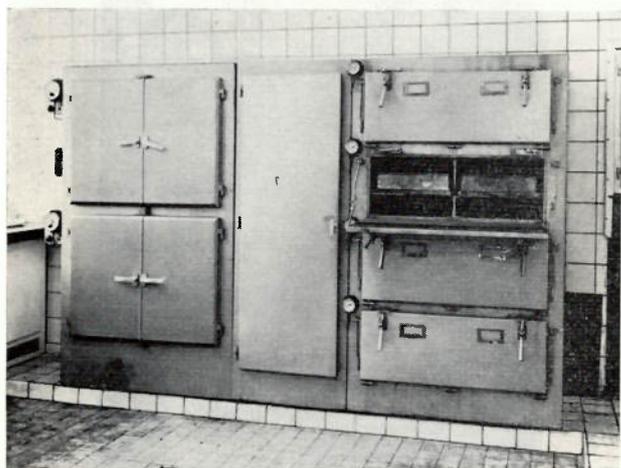


Fig. 1.

lation forcée. Cette étuve (fig. 1) est constituée par 4 étages identiques dont l'un est représenté schématiquement à la figure 2. Un ventilateur centrifuge 1 refoule de l'air, par les tuyauteries 2, dans deux

caissons latéraux où sont logés des blocs de résistances électriques ailetées 3. L'air chauffé pénètre alors à la partie inférieure de la chambre de séchage. Le produit à sécher est placé dans des bacs rectangulaires 4 dont le fond est constitué par une toile métallique à mailles fines. Ces bacs sont munis à leur pourtour d'un joint d'étanchéité de sorte que l'air chaud sous pression est forcé de traverser le lit de produit humide. L'air usé est collecté dans une conduite 5 qui permet, soit son élimination par 6, soit son recyclage partiel par 7. Cette conduite 7, de même que la conduite 8 amenant au ventilateur l'appoint d'air frais nécessaire, sont munies de papillons de réglage qui permettent le contrôle du degré de recyclage.

Deux thermostats 9, dont les bulbes sont placés sous les bacs de séchage, permettent de limiter la température de l'air chaud en mettant hors tension d'abord la moitié puis l'ensemble des résistances électriques. Un thermomètre à bulbe 10 mesure la température de l'air après son passage dans le lit de produit à sécher. L'indication de ce thermomètre permet de suivre la progression du séchage et d'en constater la fin. Chaque étage a une capacité d'environ 50 dm<sup>3</sup>, soit 25 kg de charbon lavé ou 45 kg de schistes, et dispose de quatre blocs de résistances électriques d'une puissance globale de 8 kW. La durée de séchage varie de 1/2 à 1 heure suivant la nature, la granulométrie et la teneur en humidité du produit.

Cette durée relativement longue provient du fait qu'on a limité intentionnellement à 100° C la température de l'air chaud de séchage afin de ne pas altérer exagérément les propriétés de produits destinés fréquemment, en dehors des analyses, à des essais de valorisation tels que l'agglomération, la carbonisation, etc...

#### 12. Traitement des pulpes schlammeuses.

Les mousses et tailings de flottation sont généralement dissociés en différentes fractions granulométriques, car on a intérêt à étudier séparément le comportement de ces fractions au cours de la flottation.

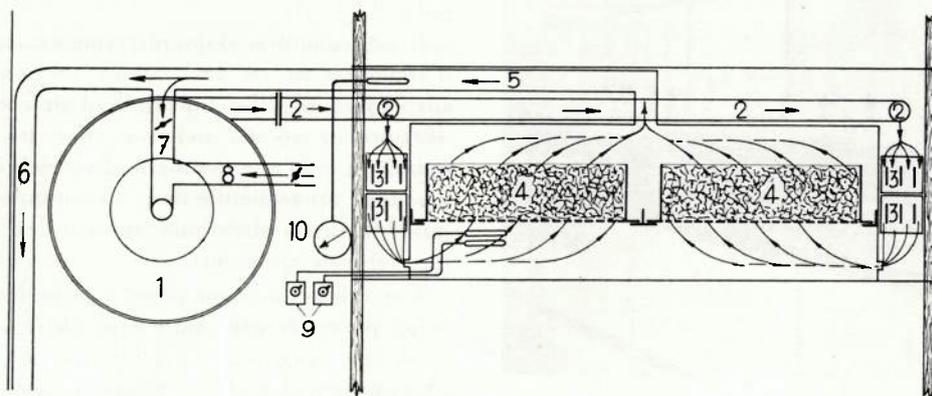


Fig. 2.



Fig. 3.

Les échantillons entrant au laboratoire sont tout d'abord soumis à un criblage sous eau à une maille variant de 50 microns à 0,2 mm suivant les nécessités de la recherche. Cette opération se fait sur des tamis normalisés placés sur un fond spécial muni d'un orifice de vidange, l'ensemble reposant sur le plateau d'un petit vibreur électromagnétique (fig. 3).

Les refus de ce tamisage humide sont débarrassés de la plus grande partie de leur eau au moyen de sècheurs électriques à rayonnement infra-rouge (fig. 4), le séchage étant complété dans une étuve normale. Ces produits secs, d'où la plus grande partie des éléments très fins ont été éliminés au préalable, se prêtent alors sans difficulté à un fractionnement granulométrique par voie sèche.

Le passé du criblage humide, qui se présente sous forme d'une suspension très diluée de solides très fins, est envoyé sur des filtres Buchner de grande capacité (fig. 5). Ces filtres étaient montés à l'ori-

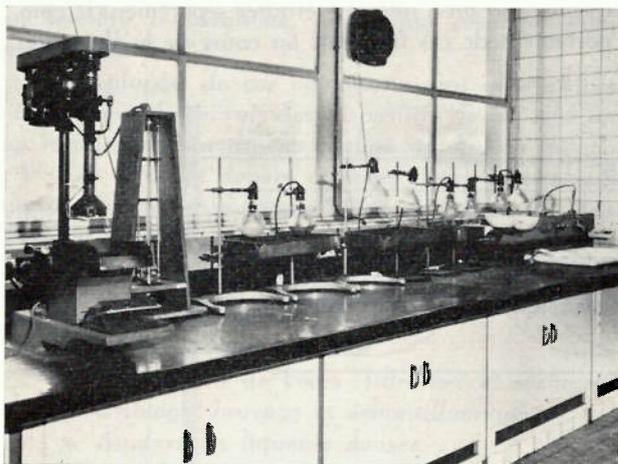


Fig. 4.

gine sur de grands flacons coniques en verre. Mais à la suite de l'éclatement de plusieurs de ces flacons, nous les avons remplacés par des bonbonnes en acier munies d'un goulot conique normalisé, d'une prise rapide pour la connexion du vide et d'une vanne de vidange à la base.

Lorsque la filtration est terminée, les gateaux obtenus sont séchés superficiellement par infra-rouges pour permettre leur manipulation, le séchage étant, comme plus haut, complété à l'étuve.

Les quantités de schlamms, prélevées dans les installations de flottation industrielles ou semi-industrielles, sont généralement trop importantes pour être analysées en laboratoire en totalité.

Pour diviser ces échantillons, de même que pour préparer des séries de petits échantillons identiques pour les essais de flottation en cellules de labora-

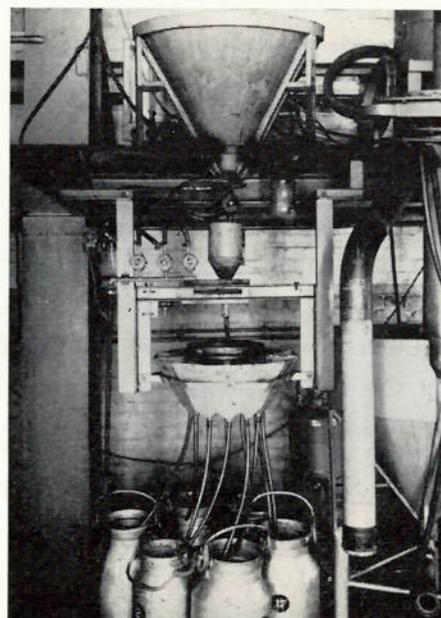


Fig. 5.

toire, nous avons construit un échantillonneur de pulpe (fig. 5).

Il est constitué d'un réservoir conique supérieur d'alimentation où les solides sont maintenus en suspension par des injections d'air comprimé, d'un distributeur rotatif actionné par un petit moteur-réducteur et d'une couronne diviseuse à 12 sections. La pulpe est recueillie dans 12 entonnoirs d'où il est possible de la distribuer suivant les besoins dans une série de récipients.

Cet échantillonneur permet de prélever un échantillon partiel représentatif équivalent à la moitié, au tiers, au quart, au sixième ou au douzième de l'échantillon initial. La précision de coupure est de  $\pm 2\%$ .

## 2. CRIBLAGE, BROYAGE ET ECHANTILLONNAGE

Ces opérations ont été groupées car elles constituent les principales sources de poussière.

Le laboratoire dispose de l'appareillage suivant :

### Pour le criblage

— D'un tamis rond de fabrication allemande à alimentation centrale et mouvement hélicoïdal des produits. Ce tamis à marche continue convient pour le criblage de quantités assez importantes de produit à des mailles comprises entre 0,5 et 5 mm et lorsqu'on ne recherche pas une précision de coupure comparable à celle exigée pour le contrôle granulométrique.

— De séries de tamis de contrôle suivant les normes Afnor et Tyler, utilisés sur une machine à tamiser « RotoLab » de construction française (fig. 6).

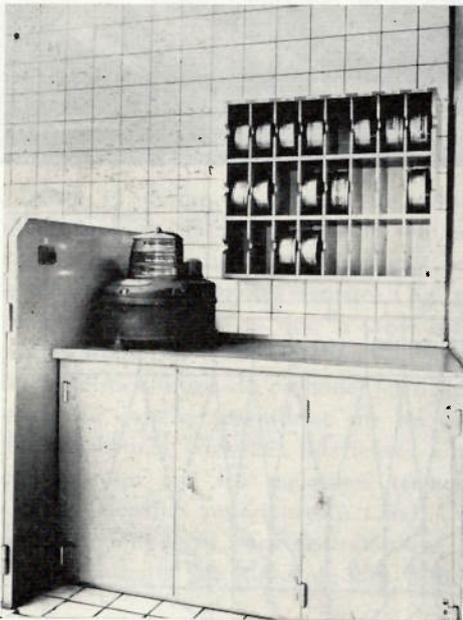


Fig. 6.

### Pour le broyage

— D'un concasseur à mâchoires et d'un broyeur à cylindres lisses.

— D'un broyeur vibrant pour la réduction des échantillons à la finesse nécessaire pour les analyses (fig. 7). Ce broyeur est constitué par un châssis auquel est communiqué, par des balourds, un mouvement de vibration circulaire dans un plan horizontal. Ce châssis porte six récipients contenant un anneau et un noyau cylindrique, le tout en acier très dur. Les échantillons d'une centaine de grammes au maximum sont introduits dans ces récipients et broyés par le mouvement rapide de l'anneau et du noyau.

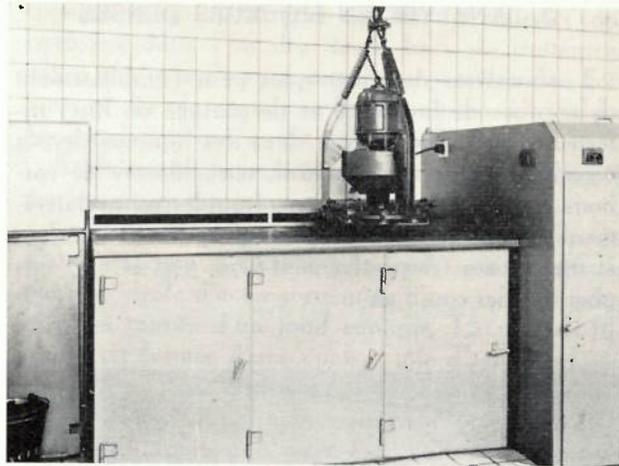


Fig. 7.

### Pour l'échantillonnage

— D'un diviseur rotatif d'échantillons et de différents riffleurs qui ont été décrits dans le Bulletin technique n° 10.

Le tamis rond, le concasseur à mâchoires, le broyeur à cylindre et l'échantillonneur rotatif, qui sont des appareils assez volumineux et dégagent beaucoup de poussière, ont été enfermés dans un bâti métallique (fig. 8) plus ou moins hermétique, dont l'intérieur est mis en dépression au moyen d'un ventilateur. Ce bâti est formé d'une charpente en profilés, de portes en façade et de capots relevables qui assurent un accès aisé aux appareils pour les besoins de l'entretien. L'alimentation se fait au moyen de trémies et de doseurs vibrants, solidaires des capots et qui s'escamotent donc lorsqu'on relève ceux-ci.

La seule source de poussière qui subsiste provient de la manipulation des produits (vidange des étuves, remplissage de trémies d'alimentation, etc...) et elle est pratiquement impossible à éliminer.

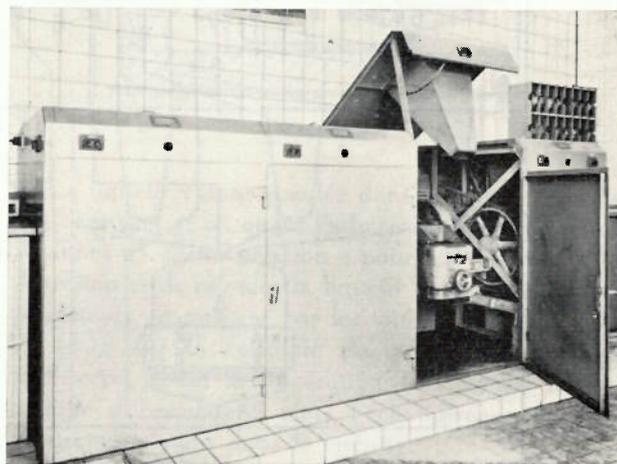


Fig. 8.

### 3. ANALYSE EN LIQUEURS DENSES

Les analyses densimétriques pour l'établissement de courbes de lavabilité et de partage de fines inférieures à 10 mm se font dans des liqueurs denses organiques à base de benzol, tétrachlorure de carbone et bromoforme. Ces trois liquides sont relativement volatils et émettent des vapeurs assez toxiques et très denses (respectivement 2,70, 5,33 et 8,77 fois plus lourdes que l'air).

Dans notre installation, nous avons essayé de résoudre simultanément trois problèmes, à savoir : l'élimination totale des vapeurs nocives, l'accélération des opérations et la précision des analyses.

La table de travail, dont les figures 9 et 10 donnent des vues d'ensemble et qui est inspirée dans ses grandes lignes d'une réalisation analogue du laboratoire de la PIC à Fontainebleau, remplit à la fois les fonctions de manutention, filtration et

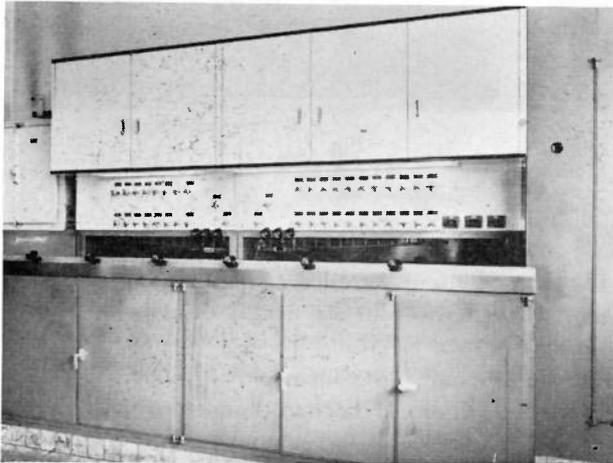


Fig. 9.

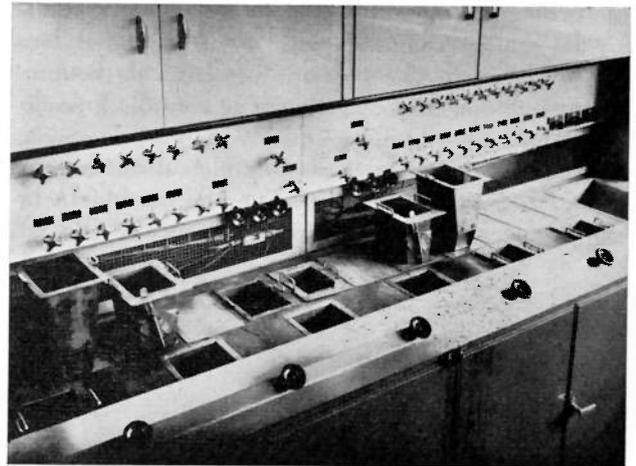


Fig. 10.

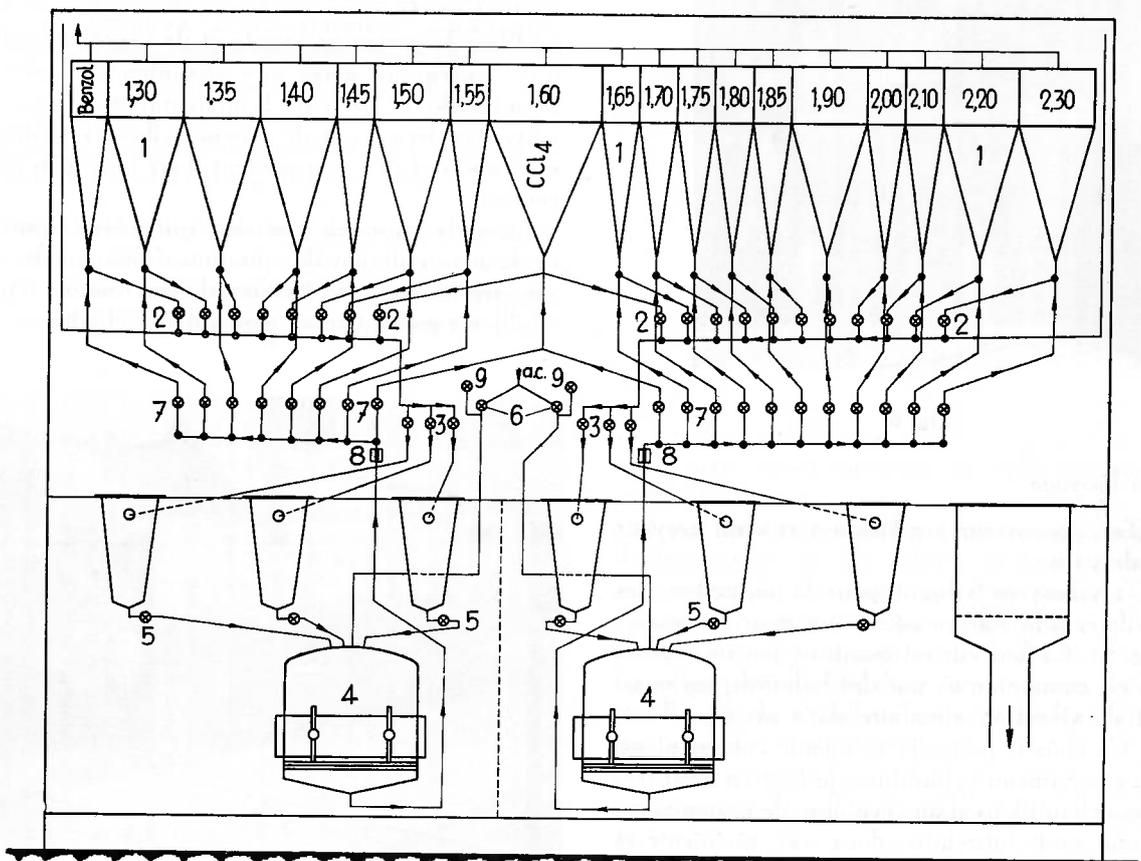


Fig. 11.

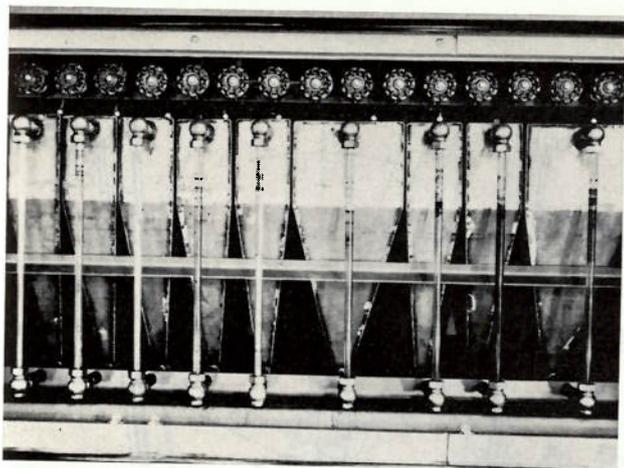


Fig. 12.

stockage des liqueurs denses et d'analyse et séchage des échantillons.

Il est important d'automatiser toutes les opérations auxiliaires (manutention et filtration des liqueurs et séchage des échantillons), car ce sont elles qui donnent lieu au dégagement le plus important de vapeurs et il est difficile de les réaliser manuellement dans de bonnes conditions de ventilation.

La figure 11 donne un schéma de principe de l'installation. Une série de réservoirs en acier inoxydable, munis de niveaux, contiennent les réserves de liqueurs de différentes densités (fig. 12). On peut observer à la figure 11 que la table est divisée en deux sections qui n'ont en commun que les réservoirs à tétrachlorure de carbone (densité 1,60), la section de gauche travaillant sur les mélanges tétrachlorure-benzol (densités inférieures à 1,60) et la section droite sur les mélanges tétrachlorure-bromoforme (densités supérieures à 1,60). Ces deux sections possèdent leurs bacs de traitement et leurs filtres indépendants. La descente des liqueurs est

commandée par la série de vannes 2 et celles-ci sont envoyées dans l'un des trois bacs de traitement grâce aux jeux de vannes 3. La séparation des flottants et des plongeants se fait au moyen de doubles bacs à clapets qui seront décrits plus loin.

Après usage, la liqueur s'écoule dans les filtres 4 par ouverture des vannes 5.

Ces filtres (fig. 13), travaillant sous une pression d'air comprimé d'environ 2 kg/cm<sup>2</sup>, sont constitués par une virole d'acier surmontée d'une calotte sphérique et munie d'un fond conique. La surface filtrante est formée d'une épaisse tôle d'acier perforée recouverte d'un feutre et d'une feuille de papier filtre, le tout étant maintenu en place au moyen d'un lourd anneau en acier. Une porte de visite permet le nettoyage et le remplacement périodique du papier-filtre.

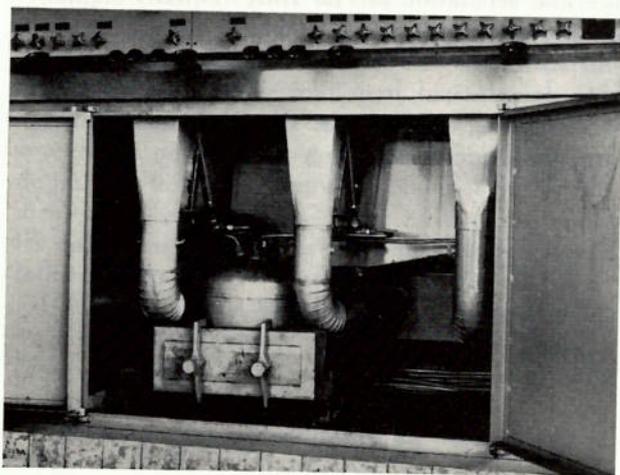


Fig. 13.

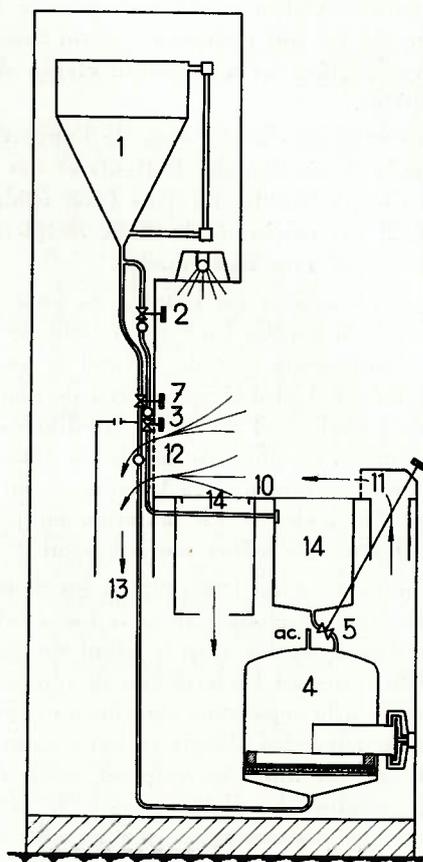


Fig. 14.

La liqueur s'étant écoulee dans le filtre, on ferme les vannes 5 et on ouvre l'admission d'air comprimé (vannes 6). Cette pression a pour but d'accélérer la filtration et de refouler la liqueur dans les réservoirs supérieurs en passant par les vannes 7. Un voyant 8, placé sur la conduite de refoulement, permet d'observer la fin de l'opération. Les vannes de décharge 9 permettent alors l'échappement de l'air comprimé restant dans le circuit.

La figure de profil 14 montre le système de ventilation.

Les vapeurs lourdes ont tendance à stagner dans la cuvette 10 de la table de travail. Ces vapeurs sont éliminées par un courant d'air en nappe horizontale, créé par un soufflage d'air frais par le capot 11 et une aspiration à travers la grille 12.

La conduite générale d'aspiration 13 est également en communication avec toute l'enceinte intérieure de l'installation de sorte que celle-ci est constamment en légère dépression et que les petites quantités de vapeurs qui s'y répandent lors de certaines opérations ne peuvent se dégager vers l'extérieur et sont rapidement éliminées.

Derrière les bacs d'analyse 14, la table comporte une série de perforations rectangulaires dans lesquelles viennent s'emboîter les récipients contenant les flottants et les plongeurs humides. Ces perforations débouchent dans une gaine reliée à un ventilateur centrifuge. Celui-ci crée, à travers le lit de produit humide, un fort courant d'air qui assure un séchage rapide grâce à la volatilité élevée des liqueurs utilisées.

La figure 15 donne un schéma de l'appareillage utilisé pour la séparation des flottants et des plongeurs dans les différentes liqueurs (voir également figure 10). Il est constitué de deux récipients en laiton s'emboîtant l'un dans l'autre.

Le récipient extérieur est muni à sa base d'une toile métallique à mailles fines qui retient les plongeurs. Sur une petite console 1 vient se poser le récipient intérieur. Celui-ci est pourvu de deux clapets 2, munis également de toiles métalliques dont le mouvement est synchronisé par les secteurs dentés 3, et dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par le levier 4. Le maintien en position ouverte ou fermée est assuré par le ressort 5.

Le fonctionnement est très simple ; les deux récipients emboîtés sont plongés dans le bac contenant la liqueur d'analyse, les clapets étant en position abaissée. On introduit l'échantillon de charbon, on laisse le temps à la séparation de s'opérer complètement, puis on relève les clapets en actionnant le levier 4. On extrait alors le récipient intérieur qui entraîne la totalité des flottants puis le récipient extérieur qui ne contient plus que les plongeurs, les deux récipients étant placés dans les logements de séchage à l'arrière de la table.

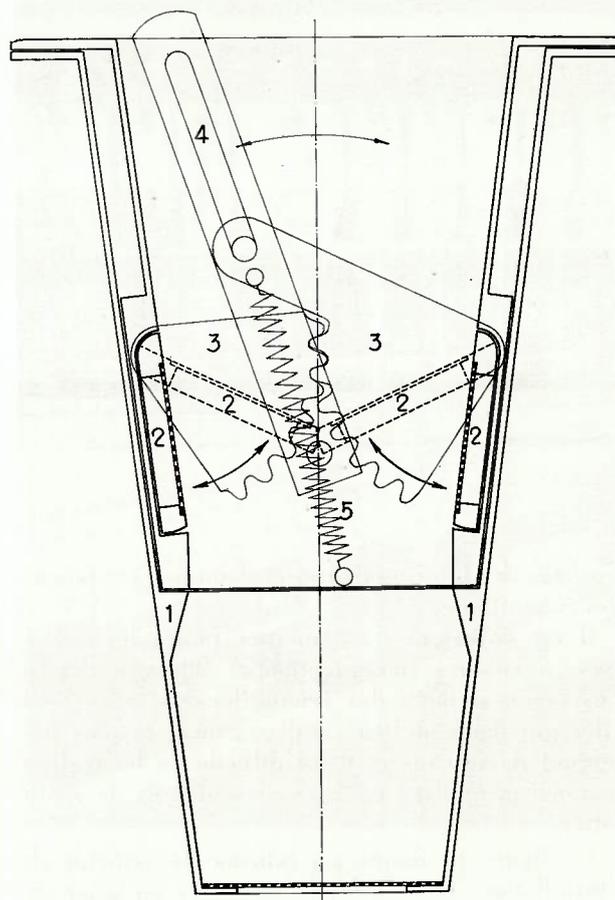


Fig. 15.

Cette mécanisation des opérations présente plusieurs avantages :

- a) Les dangers d'intoxication sont réduits au minimum.
- b) Les liqueurs sont automatiquement filtrées après chaque emploi, ce qui contribue largement à la précision des analyses.
- c) L'emploi des doubles récipients à clapets assure une séparation précise entre flottants et plongeurs sans agitation indésirable de la liqueur.
- d) La durée des analyses est sensiblement réduite, le principal frein provenant de la nécessité de sécher les échantillons après chaque passage dans une liqueur.

## MINES DE HOUILLE - ANNEE 1954

### Chronique des Accidents (\*)

(3<sup>e</sup> suite)

par Ph. DASSARGUES,  
Ingénieur au Corps des Mines.

#### FOND

##### Eboulements survenus dans les tailles en dehors de l'abatage.

1. *Division Liège — 21 février 1954 à 4 h 15 —  
Un ouvrier tué — P.V. de l'Ingénieur Principal  
Fraikin.*

L'accident s'est produit dans une couche, présentant une ouverture de l'ordre de 1 m et une pente de 40 à 50°, exploitée par gradins renversés, de 9 m de longueur avec boisage chassant et havée de 1,30 m.

Le toit et le mur ont généralement une tenue satisfaisante, mais le charbon est assez friable.

Le déhouillement du gradin supérieur se trouvait poussé à 4,50 m en avant du front de la voie de tête et la couronne de ce gradin se trouvait 1,50 m plus haut que la couronne de cette voie.

Dans la partie inférieure de ce gradin apparaissait un relais transversal diminuant de 30 cm environ, et vers l'amont, l'ouverture de la couche.

Au poste d'après-midi, un éboulement de charbon et de toit s'était produit à hauteur et à l'amont du front de la voie précitée et avait été contenu par un barrage en bois.

Au début du poste de nuit suivant, l'ouvrier bosseyeur, qui débitait une grosse pierre, entre le front de taille et la voie, fut surpris et tué par un éboulement qui affecta toute la tête de taille et qui rendit les opérations de sauvetage tellement difficiles qu'il fallut 4 jours pour reprendre la victime.

Les constatations faites indiquent que le relais était en réalité l'amorce d'une lentille de faux-toit couvrant toute la partie supérieure du gradin entre le front du gradin et celui du bosseyement.

*Cause probable* : Insuffisance du boisage.

2. *Division Liège — 26 janvier 1954 à 0 h 30 —  
Un surveillant tué — P.V. Ingénieur Put.*

L'accident a eu lieu au coupement de la voie de tête d'une taille chassante exploitant une couche en plateure et de 1,20 m d'ouverture.

Le front de la taille se trouvait à deux havées, soit 2,50 m environ en avant du front de bosseyement de la voie de tête. Ce bosseyement se faisait exclusivement dans le mur. A front de ce bosseyement, une plate-bêle de 2,40 m de longueur était appliquée au toit, régulier, et soutenue par deux bois espacés de 2,10 m. A 0,65 m en arrière du front de ce bosseyement commençait le soutènement définitif.

Au moment où le surveillant sortait de la taille pour pénétrer dans la voie, une pierre de 0,80 m × 1,70 m et de 0,30 m d'épaisseur se détacha du toit, brisant la plate-bêle, renversant les deux montants, et atteignit le surveillant à la tête.

L'enquête montra que cette pierre provenait d'une cloche et que son épaisseur était telle que l'auscultation, faite au poste du matin précédent, pouvait ne rien laisser soupçonner.

*Cause probable* : fortuite.

3. *Division Borinage-Centre — 31 janvier 1954  
à 1 h 45 — Un foudroyeur tué — P.V. Ingénieur  
Cazier.*

Une taille était en activité dans une couche de 1,60 m d'ouverture, inclinée à 20 %, et dont le toit est de mauvaise qualité. Le soutènement était réalisé par des bêles rondes de chassage posées sur 4 étançons en bois et portant des sclimbés.

Le contrôle du toit était assuré par foudroyage sur des piles de bois équarris, démontées et réédifiées dans la havée suivante durant le poste de nuit.

Deux ouvriers, durant ce poste, démontaient une pile pour la réédifier dans la havée voisine. Ils ont été surpris par l'éboulement d'une cloche située en-

(\*) Voir introduction dans le numéro de mai 1956  
1<sup>re</sup> suite dans le numéro de novembre 1956  
2<sup>me</sup> suite dans le numéro de juin 1958.

tre la pile et les fronts. Le boisage a été partiellement renversé. Un des deux hommes a été pris sous l'éboulement.

L'enquête a montré que le boisage était incomplet et que la respiration artificielle n'a été pratiquée sur la victime que durant quelques minutes.

*Cause probable* : Insuffisance du boisage.

4. *Division Borinage-Centre* — 2 février 1954 à 2 h — Un aide-foudroyeur tué — P.V. Ingénieur Laret.

Une taille était en exploitation dans une couche de 0,80 m à 0,90 m d'ouverture et inclinée à 35°. La veine était surmontée d'un banc de schiste de 0,75 m suivi d'un veiniet de 0,30 m. Vers le milieu de la taille passait un relais qui abaissait de 0,30 m le toit du côté amont pendage.

Le boisage était constitué de bèles chassantes posées sur 4 étauçons en bois. Le contrôle du toit était assuré par le foudroyage du toit sur des piles de bois équarris.

Lors du démontage de l'une de ces piles que l'on devait réédifier dans la havée suivante, le bas-toit s'effondra jusqu'à front sur une longueur de 6 m en amont du relais, tuant l'aide-foudroyeur.

L'enquête a montré que, malgré l'ordre formel de la direction de n'utiliser pour les piles que des bois équarris, on remplaçait souvent les éléments perdus ou manquants par des bois ronds en attendant les autres. De plus, des éléments de soutènement n'étaient pas coupés à l'arrière. Enfin, aucun soutènement particulier n'était exécuté pour soutenir les terrains de la crête du relais.

*Cause probable* : Insuffisance du boisage.

5. *Division Campine* — 12 février 1954 à 11 h — Un foudroyeur tué — P.V. Ingénieur Timmermans.

L'accident s'est produit dans une taille de 160 m de longueur exploitant une couche de 0,82 m d'ouverture et de 6° de pente. Le soutènement était constitué de bèles métalliques de 2 m ou de bèles en bois de 1,80 m, posées d'abord sur deux, ensuite sur trois étauçons coulissants Gerlach et placées perpendiculairement au front.

Normalement dans la taille, avant foudroyage, on trouve deux bèles montantes bout à bout, ce qui donne une largeur libre d'environ 4 m correspondant à 2 havées. Après foudroyage d'une havée, il n'en reste qu'une, ce qui réduit cette largeur à 2 m environ.

Un foudroyeur venait d'enlever le dernier étauçon d'une bèle à retirer lorsque le toit tomba sur 2,50 m de longueur, 2,80 m de largeur et 0,55 m d'épaisseur. La victime qui se tenait dans une partie non boisée fut tuée. Quelques bois provisoires

qu'elle avait placés dans la deuxième havée ont été retrouvés renversés.

L'enquête a montré qu'à l'endroit de l'accident les bèles montantes n'étaient pas placées bout à bout, mais étaient placées à une distance de 0,40 m à 0,80 m l'une de l'autre, car on devait faire tourner le front de taille et l'on avait donc pris des havées plus larges que normalement. Dans l'espace non boisé entre les deux havées, on avait placé de loin en loin un étauçon métallique surmonté d'une petite bèle métallique. Le foudroyage s'est donné non seulement sur la largeur de la 2<sup>me</sup> havée à foudroyer, mais est allé jusqu'à l'extrémité postérieure de la havée des fronts.

*Cause probable* : Insuffisance du boisage.

6. *Division Charleroi-Namur* — 25 février 1954 à 16 h — Un surveillant tué — P.V. Ingénieur Vrancken.

L'accident est survenu dans une taille de 15° de pente, où la veine, friable, de 95 cm d'ouverture, comportait un toit de qualité médiocre.

Au début du poste d'après-midi, subsistait un stot de charbon de 1,25 m de longueur, qu'un surveillant enlevait à la pelle tant le charbon était friable.

Pendant que l'ouvrier, placé un peu plus bas, se préparait à exécuter le soutènement définitif, le surveillant, à l'emplacement du stot, fut tué par la chute inopinée d'une pierre du toit.

L'enquête a montré l'inexistence de soutènement provisoire et des déficiences du soutènement en aval du stot.

*Cause* : Insuffisance du soutènement.

7. *Division Liège* — 2 mars 1954 à 4 h — Un foudroyeur tué — P.V. Ingénieur Stassen.

L'accident s'est produit dans une taille de 260 m de longueur, exploitant une couche de 1,25 m d'ouverture et de 11° de pente.

Le soutènement était constitué de bèles métalliques montantes de 1,85 m de longueur, portées par deux étauçons métalliques Gerlach et espacées d'environ 1 m.

Le contrôle du toit était assuré par foudroyage sur une ligne de mécapiles.

Étant donné la longueur de la taille, le foudroyage était fait par 10 équipes de 2 hommes, travaillant en montant, chacune ayant une vingtaine de mètres à foudroyer.

Afin de retarder la chute du toit aux points de jonction du travail de deux équipes voisines, la dernière bèle métallique à retirer était préalablement encadrée par deux bèles en bois montantes placées sur deux bois.

Lors de l'accident, le foudroyeur a introduit le buste dans la zone à foudroyer, car il était gêné par deux piles trop rapprochées. Contrairement à l'habi-

tude, le toit se foudroya immédiatement culbutant le soutènement provisoire. L'homme fut mortellement blessé.

Cause : Organisation du travail insuffisante.

8. *Division Liège — 18 mars 1954 à 18 h 30 —  
Un foudroyeur tué — P.V. Ingénieur Michel.*

L'accident s'est produit dans une taille exploitant une couche de 0,50 m d'ouverture et 18° de pente.

Le foudroyage se faisait sur des piles de bois équarris, démontées et remontées dans la havée suivante.

Deux ouvriers venaient de démonter une pile et la reconstruisaient dans la havée voisine. Au cours de ce travail, l'un d'eux qui se tenait à l'emplacement de la pile démontée, a été tué par la chute d'une grosse pierre détachée du toit.

Causes : Imprudence de la victime et organisation du travail non appropriée.

9. *Division Campine — 19 mars 1954 à 0 h 15 —  
Un ajusteur tué — P.V. Ingénieur Deckers.*

L'accident s'est produit dans une taille exploitant une couche de 1,30 m d'ouverture et de 8° de pente et équipée d'un panzer-rabot Westfalia.

La couche présentait sur 13 m de longueur une lentille gréseuse, de 0,93 m d'épaisseur et s'intercalant entre le charbon et le toit.

Le soutènement était constitué de bèles articulées permettant le porte-à-faux, placées perpendiculairement au front et portées par des étauçons métalliques.

Durant le poste d'entretien, un ajusteur réparait la colonne à air comprimé, à hauteur d'un endroit où la lentille gréseuse était en porte-à-faux de 0,40 m sur le charbon sousjacent. Soudain, un pan de 6 m de longueur de cette lentille, a basculé, écrasant l'ouvrier contre les haussettes du convoyeur.

L'enquête a montré qu'une cassure a favorisé le décollement du bloc et que la surveillance n'avait pris aucune mesure pour éviter le renversement d'un pan de cette lentille sous laquelle le charbon se dérobait.

Des poursuites furent intentées contre le chefforion.

Cause : Négligence de la surveillance.

10. *Division Liège — 31 mars 1954 à 23 h 30 —  
Un foudroyeur tué — P.V. Ingénieur Stassen.*

L'accident s'est produit dans une taille chassante, avançant journalièrement d'une havée de 1,15 m, dans une couche de 1,70 m d'ouverture, inclinée à 23° et surmontée d'un toit en schiste tendre.

Le boisage consistait en bèles rondes de 3 m de longueur, placées au toit suivant la pente à 1,15 m d'axe en axe et soutenues par quatre étauçons dont certains métalliques ; en outre, comme le toit était

déliteux, ce boisage était complété par un garnissage de wades.

Le contrôle du toit était assuré par une ligne de piles de bois équarris établies entre les bèles et que l'on déplaçait en direction de havée en havée, chaque jour, en progressant de l'amont vers l'aval ; après déplacement des piles, les étauçons situés immédiatement à l'arrière de celles-ci étaient, autant que possible, abattus ou récupérés suivant qu'ils étaient en bois ou en métal.

Deux ouvriers venaient de démonter une pile et la reconstruisaient dans la havée voisine. Au cours de ce travail, l'un d'eux se trouvait à genoux entre les deux tronçons de piles lorsqu'un étauçon voisin se déroba, ce qui provoqua un petit éboulement occasionnant des blessures mortelles à cet ouvrier.

Cause : Fortuite.

11. *Division Campine — 1<sup>er</sup> avril 1954 vers 1 h 45 —  
Un surveillant tué — P.V. Ingénieur Deckers.*

L'accident s'est produit dans une taille de 160 m exploitant une couche de 0,95 m d'ouverture et de 7° de pente. La taille est équipée d'un panzer et le soutènement permet le porte-à-faux.

Dans cette taille, le soutènement normal a fait place, à hauteur d'un dérangement oblique, à un soutènement réalisé par des bèles montantes en bois de 2,50 m à 3 m de longueur et placées sur deux étauçons métalliques. Ce dérangement consiste en un relèvement du toit de 36 cm du côté de l'aval-pendage et des fronts.

Pour étauçonner à cet endroit, on avait placé un garnissage de sclimbes et travers en bois, le tout prenant appui sur les bèles par de courts pilots en bois.

Un surveillant fut tué à cet endroit, soit par la chute d'une pierre, soit par un bois culbuté.

Cause : Soutènement local inadéquat.

12. *Division Charleroi-Namur — 23 avril 1954 vers  
2 h 30 — Un coupeur de voies blessé mortelle-  
ment — P.V. Ingénieur Moureau.*

Dans une taille exploitant une veine, à toit très dur, de 1,40 m d'ouverture avec une pente de 26°, le remblayage était assuré par les terres de fausses-voies non boisées et bosseyées en entamant le toit sur 50 cm d'épaisseur par le tir de deux mines forées à partir des fronts.

Après avoir doublé la dernière béle au droit d'une fausse-voie, et avoir foré deux mines, la victime s'efforçait de dégager un fleuret calé dans le deuxième trou sans y parvenir.

La victime fut retrouvée en dessous de l'emplacement de la deuxième mine forée, les jambes recouvertes par une grosse pierre tombée du toit.

L'enquête n'a pas permis de connaître les circonstances exactes de cet accident, mais cependant la victime a été retrouvée au-delà de la dernière havée.

*Cause probable* : Imprudence de la victime.

13. *Division Charleroi-Namur* — 29 avril 1954 à 4 h 20 — Un foudroyeur tué — P.V. Ingénieur Bernier.

Une taille de 195 m de longueur était en exploitation dans une couche de 2,10 m à 2,40 m d'ouverture, et 10° à 15° d'inclinaison. La veine se composait de deux sillons séparés par un banc d'escaille. Le sillon supérieur, formé de charbon tendre, avait une puissance de 1,10 m environ.

Le soutènement était formé de bèles en bois posées sur 4 étançons et placées parallèlement au front.

Le jour de l'accident, à l'intérieur de la taille, après abattage et boisage jusqu'à front, le sillon du toit s'était effrité et détaché sur une profondeur de 1,40 m environ et une longueur de front de 5 à 6 m.

Pour assurer le maintien du toit dans cette zone, un ouvrier avait placé deux sclimbes entre la dernière file de bèles et le front de taille. Il était occupé à en placer une troisième lorsqu'un bloc de pierre de forme pyramidale se détacha du toit et s'abattit sur lui, lui écrasant la tête contre un étançon métallique.

*Cause probable* : Insuffisance du soutènement.

14. *Division de Liège* — 5 juin 1954 à 1 h — Un ouvrier bosseyeur tué — P.V. Ingénieur Philippart.

L'accident s'est produit dans une taille exploitant une couche de 30° d'inclinaison et de 0,70 m d'ouverture y compris un faux-toit abattu. Le soutènement était constitué de plates-bèles de 2,40 m de longueur soutenues par 3 bois et placées parallèlement aux fronts. La longueur du toit libre de soutènement entre les files de bèles variait de 0,75 m à 1,02 m à l'endroit de l'accident.

Le remblayage de la taille se faisait avec les terres provenant du coupage de fausses-voies cadrées en arrière.

Une pierre s'est détachée du toit au droit de cette fausse-voie mais dans la havée des tôles, tuant un ouvrier qui devait arranger ces tôles.

L'enquête n'a révélé aucune anomalie.

*Cause probable* : Fortuite.

15. *Division Charleroi-Namur* — 28 juin 1954 à 23 h 30 — Un foudroyeur blessé grièvement — P.V. Ingénieur Mignon.

Dans un chantier où l'inclinaison de la veine était de 30° et l'ouverture de 70 cm à 1 m, le bos-

seyement de la voie de tête se faisait uniquement dans le toit et à l'outil.

Au cours de ce travail, une pierre de 300 kg environ se détacha du toit, tomba sur un barrage destiné à retenir les terres, le brisa, fut déviée dans la havée des fronts où se trouvaient des tôles, dévala dans la taille en brisant deux autres barrages et vint blesser grièvement un ouvrier foudroyeur occupé à 27 m de la voie de tête.

*Cause probable* : Fortuite.

16. *Division Borinage-Centre* — 29 juin 1954 à 3 h — Un coupeur de voies tué — P.V. Ingénieur Lilet.

Un coupeur de voies était occupé au poste de nuit au creusement de fausses-voies dans la taille exploitant une couche de 60 à 80 cm d'ouverture et 30 à 35° de pente.

Le soutènement consistait en plates-bèles de 3 m de longueur, placées parallèlement aux fronts et soutenues par 4 étançons en bois. La havée avait 1,30 m de largeur et l'on plaçait également 5 à 6 lambourdes transversalement.

Le contrôle du toit était assuré par édification d'épis de remblais constitués de pierres provenant du coupage des fausses-voies.

Un ouvrier s'occupait à placer une bèle de doublage en face d'une fausse-voie lorsqu'il fut enseveli par un éboulement du toit sur une largeur correspondant à celle de la dernière havée au droit de cette fausse-voie.

L'enquête a permis de constater la présence d'une pile de bois édifiée dans la dernière havée juste au-dessus de la fausse-voie.

*Cause probable* : Fortuite.

17. *Division Borinage-Centre* — 4 juillet 1954 vers 2 h 30 — Un ouvrier tué — P.V. Ingénieur Josse.

Une taille inclinée à 12° était ouverte dans une couche de 1,70 m d'ouverture et on la remblayait normalement à l'aide de terres provenant de fausses-voies coupées dans le toit.

On la boisait à l'aide de bèles de 3 m que l'on doublait ensuite par juxtaposition de bèles semblables. En outre, avant de couper une fausse-voie dans une havée, on plaçait encore une bèle supplémentaire en face de la fausse-voie dans la havée suivante.

La veille du jour de l'accident, une pénurie de personnel n'avait pas permis de remblayer la havée arrière, dans laquelle on avait établi des piles de bois.

La victime devait procéder le lendemain au coupage de la fausse-voie et le porion l'aïda d'abord à déplacer une pile qui se trouvait dans la havée à

couper. Quelque temps après, un éboulement se produisit affectant tout l'espace compris entre la fausse-voie et le ferme. Les bèles se renversèrent vers les fronts sans se briser et la victime fut retrouvée tuée dans la havée des fronts.

*Cause probable* : Fortuite.

18. *Division Borinage-Centre* — 7 août 1954 à 15 h  
— Un ouvrier à veine tué — P.V. Ingénieur  
Cazier.

Un ouvrier à veine travaillait dans une taille ouverte dans une couche de 1,60 m d'ouverture et inclinée à 20°. La veille du jour de l'accident, il n'avait pu terminer complètement sa tâche et la bèle des fronts n'avait pu être étançonée que par les deux bois médians ; la tâche est restée inachevée jusqu'au lendemain. Le lendemain, il entreprit de dégager l'emplacement des bois d'extrémité, lorsqu'un éboulement se produisit, ensevelissant le malheureux. Il fut dégagé vivant mais mourut quelques jours plus tard.

Le soutènement était constitué de bèles rondes de 3 m de longueur placées parallèlement au front, soutenues par 4 étançons et maintenant, appliquées au toit, 6 à 8 sclimbes.

*Cause probable* : Insuffisance de soutènement.

19. *Division de Charleroi-Namur* — 12 août 1954  
à 0 h 15 — Un foudroyeur tué — P.V. Ingénieur  
Vrancken.

L'accident est survenu lors du foudroyage dans une taille, où la veine avait une ouverture de 80 cm environ et une pente de 12° et où le toit était assez délitieux.

Pour provoquer la chute du toit, on enlevait successivement les 7 étançons métalliques de la bèle chassante de 3 m tout en plaçant 1, 2 ou 3 montants en bois, qui étaient ensuite abattus avec un marteau à long manche.

La victime travaillait seule lorsqu'un éboulement se produisit, l'ensevelissant complètement ; l'éboulement de 3 m environ de longueur et qui s'étendait jusqu'à proximité des fronts, avait provoqué le bris et le déversement de la bèle que la victime commençait à foudroyer et de celle immédiatement en avant. Vers le haut, l'excavation était limitée par une fourrure de charbon de 2 cm d'épaisseur.

*Cause probable* : Fortuite.

20. *Division Centre-Borinage* — 3 septembre 1954  
à 22 h 30 — Un coupeur de voies tué — P.V.  
Ingénieur Frenay.

L'accident s'est produit dans une taille exploitant une couche de 1,40 m d'ouverture et de 22° d'inclinaison.

Le soutènement était constitué de plates-bèles de 2,50 m et 3 m de longueur, placées parallèlement au front de taille et soutenues par trois étançons en bois.

Le contrôle du toit était assuré par remblayage partiel avec des terres provenant du coupage de fausses-voies. Il restait deux havées libres.

La bèle placée entre la 1<sup>re</sup> et la 2<sup>me</sup> havée, au droit d'une fausse-voie, était cassée et la victime était occupée à la doubler lorsqu'elle fut surprise par un éboulement du toit. Cet éboulement avait 3 m de longueur et 2 m de profondeur et allait jusqu'au ras du front, intéressant les deux havées de la taille.

*Cause probable* : Insuffisance du soutènement et du contrôle du toit.

21. *Division Liège* — 6 octobre 1954 à 18 h 30 —  
Un foreur tué — P.V. Ingénieur Lecomte.

Dans une taille chassante en activité dans une couche de 0,85 m d'ouverture et inclinée à 10°, on remblayait à l'aide de pierres disposées en épi de part et d'autre de fausses-voies coupées dans le toit.

Le creusement d'une de ces fausses-voies avait été arrêté pendant deux jours parce que l'intercalation stérile de la couche était devenue suffisante pour fournir les pierres nécessaires à l'édification des épis de remblai en cet endroit.

Après ces deux jours, l'intercalation ayant diminué d'importance, il fut décidé de reprendre le coupage de ladite fausse-voie et deux ouvriers reçurent l'ordre de forer les trous de mine nécessaires en se tenant entre le front du remblai et le front de taille. Contrairement à la consigne, l'un d'eux, qui tenait le perforateur, se plaça entre les épis de remblai et, au cours du forage, il fut tué par un éboulement du toit.

*Cause probable* : Imprudence de la victime.

22. *Division Centre-Borinage* — 22 octobre 1954  
à 3 h 30 — Un hiercheur tué — P.V. Ingénieur  
Frenay.

L'accident s'est produit dans une taille exploitant une couche de 1,20 m d'ouverture et 30° d'inclinaison.

Le soutènement était constitué de bèles de 3 m de longueur placées parallèlement aux fronts, soutenues par 3 étançons métalliques et portant 4 sclimbes. La largeur de havée était de 1,40 m. La densité de soutènement est de 0,74 étançon/m<sup>2</sup>.

Deux ouvriers étaient occupés à monter une pile de bois. L'un des hommes se trouvait dans la deuxième havée et l'autre se trouvait dans la havée des fronts. Un éboulement allant jusqu'à front les surprit. Le premier fut tué sur le coup ; le second, indemne, put se dégager.

*Cause probable* : Insuffisance du soutènement.

23. *Division Campine* — 5 novembre 1954 à 10 h — Un abatteur tué — P.V. Ingénieur Timmermans.

L'accident s'est produit dans une taille exploitant une couche de 1 m d'ouverture et de 6° d'inclinaison. Cette taille était équipée d'un panzer et comportait en conséquence un soutènement laissant libre le front de charbon.

Dans la taille, il existait une étreinte partielle de 0,70 m d'ouverture suivie de grandeurs de 1,65 m d'ouverture.

Le soutènement était composé de bèles de 1,50 m à 3 m de longueur, écartées de 0,45 m à 0,70 m, placées perpendiculairement au front et portées par deux ou trois étançons.

Dans l'étreinte, on avait abandonné un stot de charbon de 3,60 m de longueur et de 1,40 m de largeur. Le panzer avait été déplacé et remis dans la nouvelle allée. Cependant, dans l'ancienne allée, derrière le stot, une partie du toit s'était effondrée ensevelissant deux éléments du panzer. Deux ouvriers étaient occupés à les récupérer à l'aide d'un palan lorsqu'un éboulement, surprenant les hommes, s'est propagé jusqu'à front en contournant le stot. Un des ouvriers s'en tira facilement, mais l'autre fut tué.

Le vide créé par l'éboulement avait 2 m de profondeur.

*Cause probable* : Fortuite.

24. *Division de Liège* — 10 novembre 1954 à 21 h 30 — Un foudroyeur tué — P.V. Ingénieur Michel.

Dans une taille chassante, de 200 m de longueur, en activité dans une couche de 1,70 m d'ouverture et 10° de pente, le soutènement était métallique et le remblayage était obtenu par foudroyage du toit. Le soutènement consistait en bèles montantes, de 2,10 m de longueur, distantes de 1 m, portées par 3 étançons placés sous les extrémités à raison de 1 du côté du front et 2 jointifs du côté du remblai.

En outre, en vue du foudroyage, un étançon supplémentaire était calé entre toit et mur, dans l'intervalle entre les bèles, dans l'alignement des étançons jointifs contingus au remblai. On foudroyait, en montant, la 3<sup>e</sup> havée en arrière du front et le travail se faisait comme suit.

On enlevait d'abord un étançon supplémentaire et on le remplaçait en position analogue dans la 2<sup>e</sup> havée. On récupérait ensuite les étançons de la bèle voisine d'aval-pendage en commençant par les étançons jointifs, puis la bèle elle-même.

Un ouvrier foudroyeur qui, pour enlever le dernier des deux étançons jointifs d'une bèle, s'était placé dans l'intervalle entre celle-ci et la suivante, fut tué par un éboulement qui survint immédiatement après le décalage dudit étançon.

*Cause probable* : Imprudence de la victime.

25. *Division Charleroi-Namur* — 7 décembre 1954 à 5 h — Un foudroyeur blessé mortellement — P.V. Ingénieur Mignon.

L'accident s'est produit lors du foudroyage dans une taille où la veine, de 80 cm d'ouverture, avait une inclinaison de 20°.

Le soutènement était constitué de plates-bèles de 3 m de longueur, placées parallèlement au front, soutenues par 3 étançons métalliques rigides à vis et supportant 5 à 6 sclimbès.

Le contrôle du toit se faisait par foudroyage. Le bas-toit, gréseux, était très raide. Pour renforcer la ligne de cassure, 2 étançons métalliques étaient placés sous la dernière bèle, celle-ci étant alors soutenue par 5 étançons.

A l'endroit de l'accident, le bas-toit était resté suspendu en porte-à-faux sur une largeur de deux havées de 1,20 m. Après avoir enlevé 3 bèles en montant sans chute du toit, la victime abattait le premier étançon de la bèle suivante lorsque le faux-toit céda, provoquant le renversement de cette bèle : un bloc de pierre vint renverser 4 étançons métalliques de la file précédente, recouvrant partiellement la victime.

*Cause probable* : Fortuite.

26. *Division Centre-Borinage* — 15 décembre 1954 à 3 h 45 — Un foudroyeur tué — P.V. Ingénieur Cajot.

L'accident s'est produit dans une taille exploitant une couche de 0,70 m d'ouverture et de 10 à 18° d'inclinaison.

Le soutènement était assuré par des étançons métalliques surmontés de plateaux carrés en acier mesurant 0,40 m de côté. Les étançons étaient distants de 1,20 m dans les deux sens.

L'opération de foudroyage était réalisée en montant par équipes de deux ouvriers. Pendant l'opération de décalage d'un étançon, les deux hommes se tiennent normalement dans la havée de circulation.

Au cours de cette opération, l'ouvrier utilisant un marteau à long manche fut frappé par une pierre qui tomba dès que l'étançon fut décalé. La victime semble avoir imprudemment avancé la tête sous la zone de toit à foudroyer.

*Cause probable* : Fortuite ou imprudence de la victime.

27. *Division Charleroi-Namur* — 23 décembre 1954 à 16 h — 2 hiercheurs tués — P.V. Ingénieur Mignon.

L'accident est survenu dans un chantier où la veine inclinée de 65 à 35° et de 1,20 m d'ouverture, était exploitée par quatre gradins renversés, de 6 à 12 m de longueur séparés entre eux par 1 ou 2 havées de bourre. Le toit comportait 1 m environ

d'escaille en partie charbonneuse, puis un banc de schiste gréseux très résistant.

Le soutènement était constitué de plates-bêles chassantes de 3 m de longueur soutenues par 4 étaçons en bois et portant 8 grosses sclimbes.

Le contrôle du toit était assuré par remblayage dans la partie supérieure de la taille et par des piles de bois ronds équarris suivant deux faces parallèles dans la partie inférieure. La jonction de ces deux zones évoluait d'un jour à l'autre. Le remblai était en général à 2 ou 3 havées des fronts.

Au poste d'après-midi, les deux victimes étaient occupées dans le troisième gradin à établir un garnissage pour la descente des terres de remblai lorsque brusquement se produisit un éboulement très important, affectant tout le 3<sup>me</sup> gradin, de 9 m de longueur, et la partie inférieure du 4<sup>me</sup>.

Les travaux de sauvetage furent très difficiles et ce n'est qu'après 18 jours qu'on put retirer les corps des deux victimes.

L'éboulement n'avait que très peu affecté le faux-toit gréseux et avait renversé tout le soutènement.

Les conditions d'exploitation étaient rendues difficiles par les circonstances suivantes :

- passage d'une faille importante au voisinage de la voie de tête, laquelle était entièrement coupée en étreinte ;
- veine dérangée au voisinage de cette étreinte ;
- état pulvérulent du charbon dans la partie supérieure de la taille, nécessitant l'emploi de plan-

chettes pour tenir les coupements. Ce charbon n'offrait qu'un appui précaire à un bas-toit très lourd et de 1 m d'épaisseur.

*Cause probable* : Inconnue de façon précise mais à mettre en relation avec les conditions très difficiles.

Ces 27 accidents ont causé la mort de 27 personnes et occasionné des blessures graves à 1 personne.

Parmi ces 27 accidents, on aura remarqué la similitude de certains d'entre eux.

Il y a notamment quatre accidents survenus au moment où des ouvriers démontaient une pile de bois pour la réédifier dans la havée voisine. Il est évident qu'entre le moment où l'on entame le démontage de la pile et le moment où l'on achève le calage de cette pile dans la havée voisine, s'écoule un laps de temps où le toit est dégarni localement. Et il est difficile au personnel de ne pas se trouver à cet endroit. La mesure préventive, facile à mettre en œuvre, est de disposer du matériel correspondant à une pile de réserve que l'on édifierait avant de démonter la première.

Quatre autres accidents se sont produits au droit du bosseyement et en avant de celui-ci dans les tailles où l'on pratique le contrôle du toit par fausses-voies. Certains de ces accidents auraient pu être évités, semble-t-il, par doublage des bêles au droit des fausses-voies.

# Rapport d'activité du Centre National Belge de Coordination des Centrales de Sauvetage

EXERCICE 1960

## I. Conseil d'administration.

M. Charlot de Thaye et M. Alphonse Soille ayant manifesté le désir d'être déchargés de leurs fonctions d'Administrateurs du Centre, ont été remplacés par M. Léon Josse, Directeur-Gérant des Charbonnages du Gouffre, et M. Robert Deltenre, Administrateur-Directeur-Gérant des Charbonnages de Houthalen.

La grande compétence de M. de Thaye et de M. Soille dans le domaine de la sécurité et du sauvetage privera le Centre National Belge d'une précieuse collaboration.

La composition du Conseil d'Administration est la suivante :

- M. Paul Culot, Président de l'Association Houillère du Couchant de Mons ;
- M. Edouard Leblanc, Président de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine ;
- M. Pierre Delville, Président de l'Association Charbonnière du Bassin du Centre ;
- M. Jean Ligny, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre ;
- M. Guy Paquot, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège ;
- M. Robert Deltenre, Président du Conseil d'Administration du « Coördinatietentrum Reddingswezen » de Campine ;
- M. André Dupont, Président du Conseil d'Administration de la Centrale de Sauvetage de Frameries ;
- M. Léon Braconier, Président du Conseil d'Administration de la Centrale de Sauvetage de Glain-lez-Liège ;
- M. Léon Josse, Président de la Commission Administrative de la Centrale de Sauvetage de Marcinelle ;
- M. Edgard Stevens, Président du Comité de Gestion de la Centrale de Sauvetage de Ressaix.

## II. Comité de direction.

M. Albert Dupont, délégué de la Fédération des Unions Professionnelles des Ingénieurs de Charbonnages, appelé à d'autres activités, a été remplacé par M. Bolle.

La grande expérience de M. Dupont et ses avis très appréciés en matière de Sécurité et de Sauvetage ont rendu les plus grands services au Sauvetage Minier Belge.

La composition du Comité de Direction se présente, actuellement, comme suit :

- M. Jean Ligny, Vice-Président du Conseil d'Administration ;
- M. Marcel Vandevelde, délégué par l'Association Houillère du Couchant de Mons comme représentant de la Centrale de Sauvetage de Frameries ;
- M. Fernand Leloup, délégué par l'Association Charbonnière de la Province de Liège comme représentant de la Centrale de Sauvetage de Glain-lez-Liège ;
- M. Adolphe Calicis, délégué par l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre comme représentant de la Centrale de Sauvetage de Marcinelle.
- M. Max Delhaye, délégué par l'Association Charbonnière du Centre comme représentant de la Centrale de Sauvetage de Ressaix ;
- M. Alphonse Hausman, Directeur du « Coördinatietentrum Reddingswezen » de Campine ;
- M. Georges Logelain, Inspecteur Général des Mines ;
- M. Pierre Stassen, Directeur des Recherches d'Inchar ;
- M. Roger Bolle, délégué de la Fédération des Unions Professionnelles des Ingénieurs de Charbonnages.

Le Comité de Direction s'est réuni 7 fois.  
Le Directeur du Centre a assisté à ces réunions.

Avec la collaboration des deux délégués de la Section législative du Conseil Supérieur de la Sécurité Minière, le Comité a rédigé un ensemble de commentaires des Arrêtés Royaux des 2-12-1957 et 3-11-1958 sur les feux et incendies de mine.

### III. Intervention du Centre.

Le Centre National a prêté son concours dans 3 cas de sinistres par incendie survenus dans des Charbonnages du pays (2 au fond et 1 à la surface).

Les travaux nécessités par les sinistres souterrains ont été exécutés avec succès et sans accident de personnes. Ils ont consisté, essentiellement, en construction de barrages d'isolement des chantiers sinistrés.

Les barrages ont été construits en respectant les dernières recommandations de l'Organe Permanent pour la Sécurité dans les mines de houille de la C.E.C.A. ; de plus, la construction de l'un d'entre eux a été réalisée en appliquant les caractéristiques de la recommandation dite « avec risque d'explosion ».

Les interventions, pour les deux sinistres souterrains, ont nécessité :

- a) l'utilisation d'appareils respiratoires à circuit fermé pendant 1.224 heures à la première intervention et 386 heures à la seconde intervention ;
- b) l'utilisation d'appareils de protection contre l'oxyde de carbone pendant 126 heures lors de la seconde intervention ;
- c) l'exécution de 74 analyses des gaz d'incendie à la première intervention et de 129 pour la seconde ;
- d) 100 détections colorimétriques à la première intervention et 186 lors de la seconde intervention.

L'utilisation des appareils respiratoires et des appareils de protection ainsi que l'exécution des analyses ont été confiées aux sauveteurs-guides des Charbonnages intéressés, ainsi qu'au personnel des Centrales de Sauvetage.

Le service d'analyse des gaz d'incendie a utilisé les appareils Wösthoff et Robert Müller ; l'utilisation de ces appareils a permis de conduire les travaux avec sécurité.

L'intervention à la surface a consisté en l'isolement et l'extinction d'un feu qui s'était déclaré dans un tas de 30.000 tonnes de charbon lavé.

La délimitation du feu a été déterminée à la suite des mesures de la teneur en CO des échantillons d'air prélevés en profondeur par des trous de sonde ; cette délimitation a facilité les opérations d'extinction.

### IV. Relations avec les organismes officiels.

#### A) Administration des Mines.

Le Centre National a continué à entretenir de fréquents contacts avec la Direction Générale des

Mines et les Directions Divisionnaires de Bassin.

En collaboration avec l'Administration des Mines, le Centre a organisé des journées d'études à Lübeck, Berlin et Essen. Ces journées d'études avaient pour thème « Les appareils respiratoires à circuit fermé » et les « masques de protection contre l'oxyde de carbone ».

Le Directeur Général des Mines, l'Inspecteur Général des Mines et le Directeur de l'Institut National des Mines de Pâturages ont participé à ces journées.

#### B) Conseil Supérieur de la Sécurité Minière.

Le Conseil Supérieur de la Sécurité Minière s'est réuni 4 fois.

Le Directeur du Centre, membre de ce Conseil, assiste à ces réunions.

#### C) Section Sauvetage du Conseil Supérieur de la Sécurité Minière.

Le Directeur du Centre est de droit Président de la Section Sauvetage (Arrêté Royal du 29-4-1958 - art. 35).

Cette Section se compose d'un expert (l'Inspecteur Général des Mines), des quatre Directeurs Divisionnaires de Bassin, du rapporteur du Conseil Supérieur (un Ingénieur en Chef-Directeur), de quatre délégués des Employeurs, de quatre délégués des Travailleurs et du Secrétaire (le Directeur du « Coördinatiecentrum Reddingswezen » de Campine).

† Cette Section s'est réunie quatre fois : à Hasselt dans les locaux du « Coördinatiecentrum Reddingswezen » (C.C.R.), à Marcinelle à la Centrale de Sauvetage de Charleroi, à Glain à la Centrale de Sauvetage du Bassin de Liège.

Une journée d'information pour les membres de cette Section a été organisée avec la collaboration de la Caisse Commune d'Assurances de l'Industrie Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre. Cette journée d'information avait pour but de montrer aux membres de cette Section les réalisations des exploitants dans le domaine de la Sécurité, de la Prévention des accidents du travail et du Sauvetage. La journée s'est achevée par la visite du Centre de Traumatologie et de Réadaptation fonctionnelle de la Caisse Commune d'Assurances.

#### D) Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines de Houille de la C.E.C.A.

Les groupes de travail « Feux et Incendies » et « Sauvetage » de cet Organe ont siégé 5 fois en assemblée commune.

Le Directeur du Centre avait été désigné comme membre du Comité de Rédaction, chargé de présen-

ter à l'Organe Permanent le rapport au sujet des travaux de ces groupes conjoints.

Les travaux ont porté sur l'arrosage des puits dans la lutte contre les incendies de puits et sur la construction des barrages dans la lutte contre les feux et incendies de mine.

Le groupe de travail « Sauvetage » s'est réuni quatre fois.

Le Comité de Rédaction, dont le Directeur du Centre fait également partie, a préparé le rapport final à présenter à l'Organe Permanent au sujet de l'activité de ce groupe.

Le Directeur du Centre a été chargé par le Président des groupes conjoints de présenter un rapport sur la détermination de l'aptitude à l'inflammation des fumées d'incendie.

Le Centre National a organisé, avec la collaboration du C.C.R. de Campine, de la Centrale de Sauvetage du Bassin de Liège, de la Caisse Commune d'Assurances de l'Industrie Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, la visite de la Section Sauvetage de l'Organe Permanent de la C.E.C.A. en Belgique.

Les membres de ce groupe, conduits par M. Finet, Président de l'Organe Permanent, et M. Geck, Directeur Général au Wirtschaftsministerium à Bonn, ont visité successivement les locaux du C.C.R. de Campine, la Centrale de Sauvetage du Bassin de Liège, le Centre de Traumatologie de la Caisse Commune d'Assurances de l'Industrie Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre et les travaux du fond d'un Charbonnage du Bassin de Charleroi.

Cette dernière visite avait pour but de montrer aux membres du groupe les réalisations belges dans le domaine de la prévention et de la lutte contre les feux et incendies de mine.

#### V. Relations avec les Centrales de Sauvetage belges.

Les Centrales de Sauvetage des 5 bassins sont visitées régulièrement par le Directeur du Centre. Il y assiste aux exercices théoriques et pratiques de formation et d'entraînement des sauveteurs.

Des inspections du matériel, de l'équipement et de l'organisation des Centrales sont effectuées régulièrement.

#### VI. Relations avec les Centrales de Sauvetage et Organismes de Recherches étrangers.

Le Centre entretient des contacts réguliers avec les Centrales de Sauvetage, ainsi qu'avec les principales stations d'essais et organismes de recherches de tous les pays de la C.E.C.A.

#### VII. Entretien des appareils respiratoires.

Le Centre a organisé, à l'intention des préposés à l'entretien des appareils respiratoires à circuit fermé, des séances de perfectionnement.

Ces séances ont eu lieu à Marcinelle pour les préposés des Centrales de Sauvetage des bassins du Sud et à Hasselt pour le bassin de Campine.

Deux Ingénieurs de la firme Draeger de Lübeck y ont exposé les problèmes concernant l'entretien des appareils. Environ 40 préposés ont assisté à ces séances.

Le Centre National a également organisé, en collaboration avec le « Draeger Werke » de Lübeck, des cours supérieurs de perfectionnement pour les préposés à l'entretien des appareils respiratoires qui possèdent les Centrales de Sauvetage.

Ces cours d'une durée de 4 jours ont été donnés dans les locaux des Usines Draeger à Lübeck sous la direction de l'Ingénieur en Chef et de l'Ingénieur Chef de fabrication. Ces cours ont été suivis par un préposé de chaque Centrale de Sauvetage de Belgique.

Deux cycles ont été organisés : un pour les préposés du bassin du Sud et un pour ceux de Campine.

Les participants ont reçu de la Direction des Usines Draeger un certificat de « préposé à l'entretien d'appareils respiratoires à circuit fermé » qui leur confère le droit d'effectuer des réparations qui nécessitaient autrefois le renvoi de ces appareils aux Usines Draeger à Lübeck.

#### VIII. Agréation des extincteurs.

Conformément à l'article 11 de l'Arrêté Royal du 5-11-1957 et de la circulaire 116 de la Direction Générale des Mines, l'Institut National des Mines de Pâturages a soumis aux essais prévus les extincteurs présentés à l'agréation. Le Centre National a assisté à tous les essais prévus par cette circulaire.

#### IX. Masques de protection contre l'oxyde de carbone.

Des charbonnages belges ont mis ces masques à la disposition de leur personnel en juillet 1957.

D'après les expériences allemandes, ces masques ont normalement une vie de quatre ans et doivent être retirés de la circulation après cette période de mise en service.

Une dérogation peut cependant être obtenue de l'Oberbergamt, à la condition de soumettre l'ensemble des masques du siège à un contrôle dont les modalités ont été mises au point par la Centrale principale de Sauvetage de Essen.

En collaboration avec la Direction Générale des Mines et l'Institut National de Pâturages, le Centre National prépare des normes qui permettront aux Charbonnages qui en font la demande de prolonger la mise à disposition de ces masques.

A cet effet, le Centre National a organisé des journées d'information à Essen (Ruhr). Le Direc-

teur de l'Institut National des Mines et deux de ses collaborateurs ont participé à ces journées d'information.

Un groupe de travail composé de représentants allemands et belges a mis au point une méthode de contrôle d'efficacité de la protection contre l'oxyde de carbone de l'ensemble des masques d'un charbonnage. Les résultats des travaux de ce groupe seront publiés dans les prochains jours. Les modalités d'application de ce contrôle, tout en assurant au porteur du masque une protection contre l'intoxication par l'oxyde de carbone en cas de sinistre, permettront d'espérer une durée de mise à disposition des utilisateurs supérieure à quatre ans.

#### **X. Normes d'agrération des courroies de transport incombustibles.**

Le Centre National a été invité par la Direction de l'Institut National des Mines à Pâturages à participer aux travaux de ce Comité chargé de la révision des normes d'agrération des courroies incombustibles. Cette révision, tout en tenant compte de la sécurité et de la résistance mécanique des courroies, allégerait les conditions actuelles d'agrération.

#### **XI. Documentation.**

Le Centre National continue à fournir aux Centrales et aux Charbonnages et aux personnes qui en font la demande des documents concernant le Sauvetage et la Sécurité.

Le nombre d'exemplaires de documents fournis en 1960 s'est élevé à : 4.925.

La liste des documentations est annexée.

#### **LE CONSEIL D'ADMINISTRATION**

### **PUBLICATIONS EDITEES PAR LE CENTRE**

*Année 1960*

- St. 114/60 : Traduction d'un article concernant : l'Accident électrique - Electrocutation.
- St. 115/60 : Effets du ruissellement dans les puits sur l'aérage.
- St. 118/60 : Traduction d'un article relatif aux résultats de l'enquête au sujet de la mort de 47 mineurs dans l'incendie de la « Auchengeich Colliery ».
- St. 119/60 : Agrération des extincteurs.
- St. 135/60 : Projet de notes concernant la construction des barrages dans la lutte contre les incendies et feux de mine présenté par la délégation Française.
- St. 136/60 : Complément au compte rendu récapitulatif des essais d'explosion réalisés dans la galerie de la mine expérimentale, afin d'éprouver la résistance des barrages.
- St. 138/60 : Nouvelle méthode d'interprétation d'analyses de gaz d'incendie.
- St. 139/60 : Traduction d'un article « Un tournant dans l'Histoire de la ranimation ».
- St. 141/60 : Rapport relatif à la lutte contre les incendies de puits par arrosage et recommandations.
- St. 142/60 : Accidents mortels survenus aux U.S.A. à des sauveteurs en intervention et porteurs de l'appareil respiratoire.
- St. 143/60 : Liste des extincteurs agréés par l'Institut National des Mines.
- St. 145/60 : Méthode de respiration artificielle dite « Bouche à Bouche ».

## Sélection des fiches d'Inichar

Inichar publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

- a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet*, à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.
- b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet*, donnant des vues sur toutes les nouveautés. C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

### A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. A 24

Fiche n° 29.005

R. VAN TASSEL et J. SCHEERE. Contribution à la pétrographie des roches carbonatées du Westphalien belge. — *Bull. de la Soc. belge de Géologie*, 1961, janvier, p. 234/276, 4 fig.

Exposé des caractéristiques macroscopiques, microscopiques et minéralogiques des roches carbonatées (à l'exception des sidéroses) des gisements belges de charbon.

Près de 200 roches ont été étudiées en coupes minces et analysées chimiquement et en coupes minces et par diffraction des rayons X.

Les analyses montrent que la dolomie est nettement prédominante sur la calcite comme minéral de base.

Les horizons marins de Ste-Barbe de Floriffoux et de Ste-Barbe de Ransart du gisement du Hainaut sont caractérisés par la présence de kutnahorite et rhodochrosite.

IND. A 24

Fiche n° 29.003

A. BIOT et J. SCHEERE. Découverte d'un tonstein dans le Westphalien A. — *Bull. de la Soc. belge de Géologie*, 1961, janvier, p. 224/226, 1 fig.

Jusqu'à présent, aucun tonstein n'avait encore été trouvé dans le bassin de Charleroi, c'est chose faite à présent. Le premier des auteurs a localisé

un tonstein dans la couche St-Georges du siège Panama des charbonnages d'Aiseau-Prezle.

Macroscopiquement c'est une roche massive compacte de couleur noir-brunâtre, à cassure lisse et rayure blanche. Au microscope, on distingue de nombreux cristaux lamellaires ou peu vermiculés de kaolinite de forme plus ou moins rectangulaire, à plans de clivage serrés, teintés de brun - boules (graupen) peu nombreuses de kaolinite cyptocristalline.

Corrélation : France - Belgique - Pays-Bas - Allemagne.

IND. A 25413

Fiche n° 29.002

L. LAMBRECHT et W. VAN LECKWIJCK. Contribution à l'étude de la zone à gastrioceras dans le bassin houiller de Huy-Andenne. — *Bull. de la Soc. belge de Géologie*, 1961, janvier, p. 163/190, 2 fig.

Ces dernières années, la détermination spécifique des gastrioceras a fait couler beaucoup d'encre en Belgique. Il semble que la compréhension des diverses formes de ces ammonoïdes ait été différente dans les pays voisins (fait signalé déjà par Delmer et Graulich). Au congrès de Heerlen (1958), des collections belges ont été présentées à MM. A. Calver et W.H.C. Ramsbottom du Geological Survey of Great-Britain. Il résulte des déterminations faites par ces deux géologues que la succession des horizons à Huy-Andenne est en descendant: 1) g. listeri et g. circumnodosum (Bouxharmont - Finefrau -

Nebenbank) - 2) g. subcrenatum (Fraxhisse, Saurbank) - 3) g. crenulatum et g. cumbriense (Schierferbank) - 4) g. cf crencellatum et agastrioceras carinatum (Hauptflöz) - 5) gastrioceras sp et reticuloceras superbilingue.

D'après les Anglais, les deux premiers appartiennent au Westphalien A inférieur, les suivants au Namurien C, le cinquième au Namurien C ou B.

Les auteurs décrivent quelques stampes : 1) au siège de la Paix-Dieu - 2) à Bas-Oha-Java - 3) à l'est de Seilles.

Echelle stratigraphique de la région.

IND. A 521

Fiche n° 29.100

A.N. NARSKY et H.G. NEUMANN. Fragen des Kerngewinnes in lockeren und gering verfestigten Gesteinen. *Questions concernant l'obtention de carottes en roches meubles et peu consolidées.* — *Bergbautechnik*, 1961, février, p. 103/105, 2 fig.

En dépit des méthodes modernes de contrôle automatique et à distance, on doit noter que différents problèmes d'outillage de forage et en relation avec lui de récupération des carottes n'ont pas encore reçu de solution satisfaisante. Le taux de pénétration dépend grandement du degré de détérioration des couronnes et la dureté du terrain joue un rôle important. La récupération incomplète des carottes provoque ensuite des difficultés lors de l'évaluation des réserves, et c'est particulièrement le cas pour les roches meubles ou peu consolidées. Une solution efficace du problème a été trouvée en insérant une pièce de transition entre la couronne et le double tube carottier. Aux essais, on obtient un pourcentage élevé de carottes en terrains peu stratifiés, sel et roches meubles.

## B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. B 31

Fiche n° 29.125

X. Einfluss von Auffahrleistung und Beschäftigungsgrad auf die Kosten beim Streckenvortrieb. *Influence de l'avancement par poste et du degré d'occupation sur le prix de revient du creusement de galerie.* — *Bergbau Rundschau*, 1961, février, p. 91/92, 1 fig.

Toute mesure qui diminue le prix de revient par accroissement de l'avancement est économique. L'article se limite toutefois au creusement mécanique des boueaux. La planification préalable doit veiller à supprimer les temps d'attente. Les dépenses peuvent se classer en dépenses fixes et dépenses proportionnelles. Pour un avancement de  $x$ , le prix du mètre revient à  $y = c/x + a$ , où  $a$  sont les frais proportionnels et  $c$  les frais fixes. Parmi ces derniers, on compte les frais de ventilation et ceux d'amortissement et d'intérêt des machines. Les frais

proportionnels comprennent entre autres le soutènement, les fleurets, l'énergie, les salaires à marché. Les frais d'appropriation sont partiellement fixes et partiellement proportionnels. D'après des valeurs du « Betriebsüberwachung im Steinkohlenbergbau », on a environ 10 % des dépenses journalières en frais fixes et des frais proportionnels de 5 à 15 % pour un chantier de 1 à 3 postes par jour. En portant en abscisses les avancements (de 2 à 9 m/jour) et les prix de revient respectifs, on obtient une hyperbole. A titre d'exemple, on a tracé 4 courbes du prix de revient d'une galerie de 12 m<sup>2</sup> de section nette creusée en utilisant une chargeuse à déversement latéral pour des degrés d'utilisation respectifs de 1 et 0,88, d'abord sans amortissement de la machine, ensuite en tenant compte comme suit :  $n$  étant le nombre de jours annuels de travail de la machine et  $l$  le nombre de mètres creusés,  $y$  étant le prix sans amortissement du mètre, le prix proportionnel avec amortissement sera donc, pour une longueur annuelle :

$$k = l y \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

où  $q$  est le taux d'amortissement.

IND. B 414

Fiche n° 28.914

M.J. WALCH et D.O. RAUSCH. Longwall mining of oil shale. *Exploitation par longue taille de schistes bitumineux.* — *Quarterly of the Colorado School of Mines*, 1956, avril, p. 73/81, 3 fig.

Il existe des réserves importantes de schistes bitumineux dans le Colorado, Utah et Wyoming. Bien que ces dépôts ne puissent, actuellement, entrer en compétition avec les champs de pétrole, il peut se présenter, en cas de demande croissante, un besoin subit de mettre ces schistes en exploitation. C'est pourquoi, le Bureau of Mines a fait des travaux de recherches et établi une mine expérimentale à Rifle, dans le Colorado. Un essai d'exploitation par chambres et piliers a amené des éboulements dans certaines conditions, c'est ainsi qu'on a pensé à une méthode un peu plus coûteuse mais permettant l'exploitation plus complète du gisement. C'est une méthode utilisée dans le Warwickshire au N-W de Londres en Angleterre, où on exploite à la profondeur de 675 m une couche de charbon de 5,40 m × 7,20 m d'ouverture. Le toit comporte des grès, marnes et schistes durs, avec surtout des marnes.

La méthode par chambres et piliers, essayée en 1917, avait amené de nombreux incendies et éboulements. En 1924, on est passé au longwall rabattant, en panneaux de 270 m × 630 m, pris en trois tranches descendantes espacées de 13,50 m.

Le projet adapté aux schistes bitumineux comporte des panneaux de 1.600 m sur 300 m dans lesquels on prendra jusqu'à 9 tranches espacées de quelques mètres et au même niveau avec épis de remblai le long des voies et foudroyage.

IND. B 44

Fiche n° 28.935

X. Mines métalliques. Méthodes d'exploitation souterraine (1<sup>re</sup> partie). — *Revue de l'Industrie Minérale*, n° spécial, 1960, 15 décembre, 157 p., nombr. fig.

Abondante documentation sur l'exploitation des mines métalliques. Après un vocabulaire donnant la terminologie du mineur, l'ouvrage donne des exemples de méthodes d'exploitation souterraine dans des gisements de zinc, d'hématite, de plomb, de fer, d'uranium, d'ardoise. Certains exemples montrent l'exploitation en chambre vide, d'autres en chambre boisée. Les conditions de gisement déterminent les méthodes employés. Le prix relativement élevé de la matière, l'importance des gîtes, la solidité des terrains conduisent à une recherche, moindre que dans le charbon, de l'économie de l'exploitation dans laquelle l'abatage par gradins, droits ou renversés, le foudroyage, les piliers abandonnés, les facilités de mécanisation, sont d'application courante.

### C. ABATTAGE ET CHARGEMENT.

IND. C 2210

Fiche n° 29.033

B.G. FISH. Research in rock drilling and tunnelling. *Recherches en perforation et creusement de galeries*. — *The Mining Electr. and Mechan. Engineer*, 1961, février, p. 261/273, 15 fig.

Les recherches poursuivies par le M.R.E. sur les méthodes de forage par percussion, rotation et rotopercussion sont mentionnées et comparées. La détermination des caractéristiques de ces méthodes est précisée par leurs courbes de taux de pénétration poussé et par leurs degrés d'usure des taillants. Ces observations conduisent à fixer le champ d'application de chaque méthode. L'auteur expose deux méthodes de creusement de galeries ou de tunnels, technique et organisation : la première, classique, comportant forages et tirs à l'explosif, la seconde utilise une machine excavatrice continue, telle que la machine Russe PPK-1 à tête coupante rotative, munie de rouleaux coupants radiaux de grand diamètre. D'autres machines de conception quelque peu différente, ont d'ailleurs été expérimentées aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne et en Allemagne.

L'article fournit de nombreux résultats d'essais et d'observations concernant les outils de perforation, étude des formes de taillants, résistance des roches, choix des méthodes, expériences en laboratoire et au fond.

IND. C 230

Fiche n° 28.918

W.B. CYBULSKI. Etude de l'influence de la durée de stockage des explosifs sur leur aptitude à la détonation. X<sup>me</sup> Conférence internationale des Dir. de Stations d'Essais, Pittsburgh 1959. — *Revue de l'Industrie Minérale*, 1961, janvier, p. 49/66, 19 fig.

Il importe de savoir si, et dans quelle mesure, les qualités d'un explosif changent au cours du stockage. Des essais ont été effectués sur trois types d'explosifs utilisés en Pologne : explosifs de sûreté à base de nitrate ammoniacal ou à la nitroglycérine et explosif au rocher à la nitroglycérine.

Les conclusions générales (11) sont reprises :

1) Pendant le stockage, la teneur en humidité des explosifs au  $\text{AmNO}_3$  augmente d'autant plus que l'emballage est imparfait ; celle des explosifs à la nitroglycérine augmente beaucoup plus lentement.

2) Pendant les trois premiers mois, la teneur en humidité augmente plus lentement et ne dépasse pas 1 % si l'emballage est soigné.

3) Au cours du stockage, l'explosif durcit sans que cela cause un préjudice.

4) Jusqu'à 1 1/2 % d'humidité, la dilatation au bloc de plomb est peu influencée.

5-6) La teneur en chlorure de sodium est nuisible pour le comportement à l'humidité des explosifs au nitrate ammoniacal.

7) L'évasement au bloc de plomb diminue moins avec l'accroissement de l'humidité, dans le cas des explosifs à la nitroglycérine.

8-9) L'humidité a une plus grande influence sur l'aptitude à la transmission.

10) La vitesse de détonation est peu influencée par l'humidité.

11) La mesure de la seule vitesse de détonation fournit donc un mauvais contrôle de la durée de stockage.

IND. C 232

Fiche n° 28.979

J. BOUCART. Etude bibliographique sur l'emploi des inhibiteurs dans les explosifs antigrisouteux. — *Explosifs*, n° 4, 1960, p. 127/140, 7 fig.

Au début de l'emploi des sels comme matières inhibitrices, on leur attribuait surtout une action d'absorption de chaleur. En effet, lors de leur fusion, ces produits refroidiraient la flamme de l'explosion au dessous de la température d'inflammation du grisou. Certaines observations et des calculs plus récents montrent que cette explication est insuffisante et que d'autres facteurs doivent influencer ce phénomène. La théorie des réactions en chaîne peut intervenir. Quelques essais avec des dérivés organiques halogénés ont démontré le rôle très important de ces éléments dans l'inhibition. Pratiquement, les sels alcalins halogénés et le bicarbonate de sodium sont les plus employés comme inhibiteurs

et toutes les recherches faites sur les premiers sels ont mené au classement suivant : Li, Na, K, Rb et F, Cl, Br, I, en ordre d'efficacité décroissante. On a démontré aussi que la surface importait plus que le poids du sel dans l'inhibition de la réaction méthane-air et que l'efficacité d'un sel augmentait avec sa surface, donc son degré de division.

IND. C 240

Fiche n° 28.919

**H. SCHULTZE-RHONHOF, K. FISCHER et K. MEER-BACH.** La sécurité vis-à-vis du grisou des explosifs de sûreté dans le tir au charbon et au rocher. X<sup>me</sup> Conférence internationale des Dir. de Stations d'Essais, Pittsburgh 1959. — *Revue de l'Industrie Minière*, 1961, janvier, p. 67/73, 9 fig.

Dans les galeries d'essais à l'air libre des pays miniers, on essaie les explosifs de sûreté dans des mortiers d'acier et des dispositifs destinés à reproduire les conditions les plus dangereuses de la pratique. Cependant, les explosifs pourraient se comporter dans les conditions réelles au rocher et au charbon autrement que les essais de surface ne peuvent le faire prévoir.

A la mine expérimentale de Dortmund, on peut essayer les explosifs dans les conditions réelles du fond. La communication expose les résultats de tels essais. Ils montrent qu'il existe beaucoup de chances avec les précautions habituelles pour qu'il ne se produise pas de sinistre tant en couche grisouteuse qu'en tir faisant canon au rocher. On peut en conclure : Avec tous les dispositifs qui, d'après nos connaissances actuelles, existent dans la pratique, le tir effectué dans les conditions rencontrées en pratique est moins dangereux qu'il ne pourrait le paraître d'après les expériences en galeries d'essais du jour. L'épreuve, délibérément sévère, laisse un fort coefficient de sécurité. En ce qui concerne les explosifs à haute sécurité de la classe III, qui même dans les conditions les plus sévères n'allument pas avec des charges allant jusqu'à 16 cartouches, il est vraisemblable que dans des conditions encore plus dangereuses (s'il est possible) que celles connues jusqu'ici, ils sont sûrs vis-à-vis du grisou et de la poussière.

IND. C 41

Fiche n° 28.848

**C. HARRISON et T.E. SMITH.** Mechanized mining in thin seams in the Northern coalfield. *L'exploitation mécanisée en couches minces dans le bassin du Nord*. — *Iron and Coal T.R.*, 1961, 13 janvier, p. 65/71, 4 fig.

Description de l'exploitation de deux couches de 0,70 m à 0,75 m d'ouverture par machines Anderton, avec convoyeur bas et étauçons hydrauliques marchants. Ces éléments ont été séparément étudiés pour le cas envisagé, transportés sur place et installés.

Les étauçons marchants Gullick sont utilisés avec barres en porte-à-faux en profilés. Le personnel de

la taille comprend 1 homme à la machine Anderton, 1 au câble de halage, 1 au déplacement du blindé, 2 aux étauçons hydrauliques, 2 à chacune des 2 niches d'extrémité et 6 bosseyeurs. L'organisation du travail est décrite, ainsi que les circuits hydrauliques des étauçons, qui sont disposés à des intervalles de 0,90 m ; chaque unité a 4 vérins de 68 mm de diamètre et de 0,45 m de longueur. Une pompe à chaque extrémité de la taille leur fournit le fluide moteur. Aux deux postes d'abatage, les bosseyeurs travaillent, un toit protecteur en tôle permettant au chargeur à la niche de dégager le charbon. La production pour les deux tailles a été par semaine de 2.000 à 3.200 t et le rendement à front de 7 à 12 t. On a essayé, dans le même charbonnage Woodhorn, un rabot ajouté mais les essais ont été abandonnés parce que le lit supérieur de la couche ne tombait pas après le passage du rabot.

IND. C 4220

Fiche n° 28.996

**S. LUBINA.** Die Leistungsgrenzen von Hobelanlagen. *Les limites de production des installations de rabotage*. — *Glückauf*, 1961, 1 mars, p. 247/252, 7 fig.

La production d'un chantier mécanisé dépend des conditions géologiques, de l'organisation du travail et de la productivité de la machine ; la connaissance de cette dernière grandeur fixe la production maximum possible et renseigne sur les possibilités d'amélioration de l'organisation. Pour une ouverture de couche donnée, elle est limitée ou par la profondeur de passe du rabot, ou par la capacité du convoyeur blindé. Par suite des différences de vitesse entre le convoyeur et le rabot en course montante ou descendante, le convoyeur est rempli différemment. Un tableau donne les débits/minute des blindés PFO et PFI avec ou sans haussette pour des vitesses de 0,50 m/s à 1 m (la plus fréquente étant 0,65 m) dans le cas où ils sont remplis. Connaissant les temps des passes partielles et d'inversion et d'autre part la profondeur de la passe, on arrive à exprimer l'avancement d'abatage et, connaissant l'ouverture, le débit.

La comparaison des deux résultats permet de déterminer comment le convoyeur blindé se remplit.

Des graphiques montrent les capacités instantanées possible du rabot et donc les profondeurs de coupe admissibles pour un convoyeur donné ; un exemple est traité.

IND. C 4222

Fiche n° 28.850

**R. BOOTE.** Coal ploughing at Sneyd Colliery - Installations in the West Midlands. *Le rabotage du charbon au charbonnage de Sneyd - Installations dans l'Ouest Midlands*. — *Iron and Coal T.R.*, 1961, 20 janvier, p. 127/133, 4 fig.

Le rabot ajouté parcourant le front de taille à 22,5 m/min, guidé par une plaque de base passant sous le convoyeur et par des tubes guides attachés

au convoyeur, réalise la coupure du charbon sur une profondeur de 2 à 7,5 cm avec chargement sur convoyeur. Son installation dans une couche de 1,95 m, prise sur 1,60 m, friable, avec clivages et bon mur, a demandé deux semaines. Le système de soutènement comporte les étaçons à friction, des bèles métalliques et des consoles à rouleaux pour faciliter leur mise en place. Le personnel pour une taille de 135 m, 500 t par jour, totalise 52 hommes comprenant 2 préposés au rabot, 6 étaçonneurs, 9 bosseyeurs, 12 remblayeurs, 6 préposés à l'entretien, etc. Le tir à l'explosif et l'infusion propulsée sont utilisés. Des difficultés de début ont été éprouvées et surmontées par diverses mises au point.

L'article détaille les mesures d'organisation du travail. Il donne les résultats d'une étude méthodique effectuée en mai 1959 pour évaluer l'efficacité de l'abatage et du déblocage. L'article décrit ensuite une installation de rabot rapide Westfalia, à lames préoccupantes mobiles, dans une couche de 1,75 m précédemment exploitée par haveuses. Le rabot a permis de réduire le personnel, la consommation d'explosifs et d'améliorer beaucoup la qualité du charbon abattu.

IND. C 4222

Fiche n° 28.995

K. REINKE. Betriebserfahrungen mit dem Reissshakenhobel. *Résultats en service avec le rabot-ancré.* — *Glückauf*, 1961, 1 mars, p. 237/247, 20 fig.

Dans le rabot rapide ordinaire, les 2 brins de chaîne passent du côté front du blindé (le brin de retour dans un tube), une plaque passe sous le blindé et maintient le rabot parallèle au blindé.

Dans le nouveau type, les 2 brins de chaîne sont attachés à l'arrière de la plaque (évidée, élargie et articulée en hauteur) et passent dans la taille derrière le blindé, le tube est supprimé. La plaque est élargie pour pouvoir transmettre l'effort en bout ; ce bras de levier travaille ainsi comme un manche d'outil. L'installation convient pour une gamme de couches allongées vers le bas, dans les 40 cm, le rejet des chaînes à l'arrière a réduit le porte-à-faux, de plus, la flexibilité de la plaque lui permet d'aborder des pendages plus accentués, enfin le mouvement de piochage, la surface réduite des pics et la forme améliorée du soc chargeur permettent d'aborder des couches dures et qui n'étaient pas rabotables jusqu'à présent.

L'article rappelle les progrès apportés à ce rabot connu depuis 1954, appliqué alors à la mine Ewald 3/4, puis la forme actuelle est représentée avec sa plaque en 3 volets et son rabot surbaissé précédé d'un couteau haveur.

Les résultats obtenus dans un bon nombre de couches à conditions très diverses donnent un rendement chantier de 5 à 10 t. Le prix assez élevé de

l'installation s'explique par le recours aux aciers au manganèse ; il est encore 7.100 DM moins cher que le rabot rapide.

#### D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTÈNEMENT.

IND. D 1

Fiche n° 28.928<sup>I</sup>

E.C.D. POMEROY et R. BERENBAUM. The compressive strength of coal. *La résistance à la compression du charbon.* — *Colliery Engineering*, 1961, février, p. 75/80, 9 fig.

Compte rendu d'expériences du M.R.E. pour évaluer la résistance à la compression du charbon. Les auteurs commencent par rappeler les notions générales de résistance des matériaux, et les modes d'essais de mesure, en particulier concernant les efforts de compression. Ils rappellent les travaux qui ont été publiés sur les mesures effectuées intéressant le charbon, dont le manque d'homogénéité rend les mesures d'autant plus inexactes que l'échantillon est plus volumineux. Les conditions d'exécution des essais et les caractéristiques de l'appareillage peuvent aussi influencer fortement les résultats. Le M.R.E. a récemment entrepris une série d'essais sur des échantillons de charbons anglais. L'article décrit le mode de préparation des cubes échantillons et le mode opératoire. Il donne les résultats obtenus et en tire les conclusions qui confirment le caractère dispersif des essais de résistance à la compression et la validité de la théorie du « maillon » le moins résistant.

IND. D 2222

Fiche n° 29.041

A.A. ORLOF. Le décollement des bancs de toit en taille. — *Ugol Ukrainih*, n° 5, 1960, p. 44/47. — *Bergbauwissenschaften*, 1961, 15 janvier, p. 14.

Dans les études sur les pressions de terrain, il importe de répondre aux questions suivantes : sur quelle hauteur et en quelles séries l'exploitation provoque-t-elle un mouvement du toit au-dessus de la taille ? A-t-on affaire à un décollement des roches, quelles en sont les raisons et quelle est son influence sur le toit de la taille ? L'institut WNIMI a procédé à des mesures de 1951 à 1958 dans 7 tailles. On a mesuré en même temps la pression sur le soutènement et le mouvement des bancs. De plus, on a surveillé l'état du toit en taille et les particularités du foudroyage. On a foré des trous dans le toit pour observer le déplacement des bancs au moyen de sondes. Des graphiques des mesures sont donnés avec les conditions géologiques et le type de soutènement. On peut en conclure : Il se produit un décollement des bancs sur 4 à 5 fois l'épaisseur de la couche. En présence d'un banc épais finement

feuilleté amenant facilement des éboulements, il faut calculer la force du soutènement pour résister à cette charge. La caractéristique des étançons doit être le coulissement à charge constante, c'est elle qui empêche le mieux les éboulements.

IND. D 31

Fiche n° 28.916

**L. BIRKNER.** L'emploi du bois imprégné dans les mines de Suède. — *Revue de l'Industrie Minière*, 1961, janvier, p. 29/33, 5 fig.

La majorité des gisements suédois sont exploités par mines souterraines. Le bois y est employé pour le soutènement beaucoup plus que dans les autres pays d'Europe. Pour le préserver contre les champignons de pourriture, il subit un traitement : anciennement badigeonnage, actuellement injection en autoclave par vide et pression, au sel Boliden.

Exemples d'application - essais d'efficacité - étude des principaux problèmes soulevés : danger de l'arsenic, corrosion des métaux, toxicité des fumées.

IND. D 40

Fiche n° 28.980

**Don C. JONES.** Roof control. *Le contrôle du toit.* — *Mechanization*, 1961, janvier, p. 35/39, 5 fig.

L'article expose de façon élémentaire et vulgarisatrice le problème du contrôle du toit.

D'abord, la théorie des pressions de terrains, l'arc de pression et ses conséquences dans le dimensionnement des traçages dans la méthode d'exploitation américaine. Ensuite, conditions géologiques concernant la connaissance des bancs de toit surmontant la couche, leur reconnaissance par sondage. La consolidation de ces bancs par ciment injecté est pratiquée dans certaines exploitations, sous pressions diverses et notamment en utilisant comme fluide une résine de polyester. Les trous d'injection sont forés au toit vers l'avant et sous un angle d'environ 30° sur l'horizontale.

L'article envisage ensuite les autres méthodes de support du toit, vérins ou étançons hydrauliques, soutènement marchant et enfin le bouclier mobile hydraulique composé de deux parties comprenant respectivement 3 et 4 poutres en profilés, de 4,50 m de longueur et distantes de 0,60 m, avec entretoises. Chacune des deux parties avance alternativement poussée par vérins.

IND. D 434

Fiche n° 28.975

**M. PIERIN.** Dispositif antidéflagrant (ou bride veine) pour rallonges Gerlach 54/80. — *Bulletin de l'Ass. des Anc. Elèves de l'Ecole des Mines de Douai*, 1961, janvier, p. 698/700, 5 fig.

L'exploitation par tailles à front dégagé avec abatage mécanisé cause des risques de délavage du massif de charbon. Les systèmes décrits dans cet article sont basés sur le principe d'une équerre métallique que l'on peut accrocher à l'extrémité des

rallonges en porte-à-faux pour soutenir la veine. Diverses variantes sont utilisées dans les groupes de Béthune, d'Auchel et de Bruay.

Les équerres sont en portions de cadres de récupération Toussaint-Heintzmann ou en tubes ; deux éléments, formant un angle voisin de 96°, soudés et renforcés. L'élément vertical a, en moyenne, 1 m de longueur, suivant l'ouverture ; l'élément supérieur est muni d'un étrier ou attache qui s'engage dans l'extrémité de la rallonge de toit et est fixé par calage par coin ou clavette.

Le poids de ces équerres est voisin de 20 kg. Elles sont placées immédiatement après l'abatage. Elles ne conviennent pas avec du charbon très friable et s'appliquent surtout aux tailles abattues au marteau-piqueur.

Les particularités des différents dispositifs décrits présentent des avantages divers suivant les conditions d'emploi.

IND. D 64

Fiche n° 28.943

**W. SCHAEFER.** Beton im Streckenausbau. *Le béton dans le soutènement des voies.* — *Schlägel und Eisen*, 1961, janvier, p. 11/22, 31 fig.

Exposé sur l'importance du béton dans l'industrie houillère en Allemagne et en Campine. Statistiques de comparaison : 3 à 5 % des voies du fond sont avec soutènement en béton en Allemagne, contre 50-75 % en Campine. Résistance du béton à la compression, normes : Allemagne 500-380 kg/cm<sup>2</sup>, Belgique 1.000-750 kg/cm<sup>2</sup>. Blocs préfabriqués : formes, dimensions, poids, difficultés d'arriver à une normalisation parfaite dans ce domaine (DIN 2L525). Variétés de ciments : Z.275 = 275 kg/cm<sup>2</sup> et Z.475 ciment à haute qualité. L'importance du dosage dans la préparation de blocs préfabriqués : mélange ciment-eau, ciment-gravier, ciment-sable, consommation de liant. Granulométrie des éléments de base. Exécution d'un soutènement en béton ou en blocs préfabriqués. Garnissage des joints entre claveaux : sapin, linex ou autre matériau spécial. Forme à donner à la galerie en béton. Prix de revient. Bibliographie : 10 références.

(Résumé Cerchar, Paris).

IND. D 711

Fiche n° 29.108

**Ch. MONPAY.** Le brochage de la veine au siège 4 sud du groupe d'Henin-Liétard. — *Bulletin de l'Ass. des Anc. Elèves de l'Ecole des Mines de Douai*, 1961, janvier, p. 697/698.

Veine de 1,70 m en moyenne, tendre et friable en 2 sillons, pente 7°, taille de 200 m avançant de 2 m/jour ; mur tendre ; toit assez dur.

Soutènement : étançons Sabes 555 à semelles de 700 cm<sup>2</sup> de surface, rallonges articulées Gerlach de 1 m.

Abatage par rabot ajouté sur convoyeur blindé Westfalia.

Production journalière 600 t nettes. La veine supérieure, à 18 m au toit, a été exploitée et il en résulte des difficultés de tenue de la veine qui ont été combattues par boulonnage de 1,20 m de longueur, puis par simples broches. Les trous sont forés de nuit à 45 mm de diamètre, perpendiculaires au front et légèrement descendants et placés tous les mètres. Les queues sont introduites à la main et serrées à la masse. Les poussières de charbon assurent le blocage. La consolidation du front a été obtenue de façon satisfaisante par cette méthode simple et économique. Le rabot exécuté de véritables sous-cavares et le charbon doit être abattu parfois par quelques coups de marteau-piqueur. C'est un léger inconvénient, compensé d'ailleurs par les avantages de la méthode.

IND. D 72

Fiche n° 29.093

J.S. WILCOX. Construction of elliptical insets at Wolstanton Colliery. *Construction d'envoyages elliptiques au charbonnage de Wolstanton.* — *Iron and Coal T.R.*, 1961, 24 février, p. 389/395, 5 fig.

A Wolstanton, Staffordshire, on va concentrer la production sur un nouveau puits, le n° 3, 5.000 t/jour. Le nouveau puits a 7,20 m de diamètre et les deux autres sont recarrés à ce même diamètre. La profondeur finale avoisine 1.000 m. Quatre envoyages à grande section sont prévus et en voie de réalisation.

Les sections répondant aux exigences de la ventilation et des transports ont été choisies de forme elliptique et leur profil ainsi que leurs revêtements en béton armé ont été déterminés en s'inspirant de l'expérience acquise dans les mines hollandaises.

L'article expose la méthode de calcul, basée sur les formules de Timoshenko, qui a conduit à fournir les données d'exécution, notamment l'arrangement cruciforme du système d'armature du puits et des envoyages à leur intersection.

Les détails de la conception du ferrailage d'armature, les travaux de creusement, de revêtement provisoire des excavations, de bétonnage sont fournis, également les temps d'exécution et quantités de matériaux consommés. Le contrôle du béton en cours d'exécution a été soigneusement organisé, qualité temps de prise, résistance.

Parmi les particularités d'exécution du bétonnage, à noter qu'à la base de chaque reprise une hauteur de 0,75 m est remplie de sable sans ciment, au-dessus de laquelle le béton est déversé sous pression et vibré. Lorsqu'on creuse sous cette reprise, le sable est enlevé et les armatures restent à nu pour servir de raccord avec le dessus de la reprise suivante.

## E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 414

Fiche n° 28.993

K. HELIMANN. Die Vierseilförderung. Einige Probleme aus der Sicht des Betriebsingenieurs. *L'extraction 4 câbles. Rappel de quelques problèmes à l'attention de l'ingénieur du transport.* — *Bergbau Rundschau*, 1961, janvier, p. 27/37, 32 fig. et février, p. 93/100, 7 fig.

Bien que l'extraction à 4 câbles date de 1947, aujourd'hui encore il reste quelques problèmes à résoudre. Sans prétention à les citer tous, l'auteur signale :

*Câbles hauts de l'extraction 4 câbles* : Un des problèmes les plus importants est le choix judicieux et économique du type de câble. Dans nombre d'installations à câbles courants, les câbles supérieurs doivent être remplacés après un temps relativement court : ces câbles ne sont pas assurés de durer 2 ans, par exemple. La sollicitation d'un câble sur tour est plus grande que celle d'une installation au sol. Rien que pour les poulies de déviation, il y a une forte sollicitation, ainsi avec des câbles non antigiratoires, on a compté jusqu'à 200 torsions et détorsions par trait. Mais avec les installations monocâbles sur tour, on a tourné la difficulté par les câbles à torons plats à 3 couches de fils multiples de garniture en aluminium : ces câbles sont sans torsion, ni rotation. Malheureusement, leur diamètre ne descend pas en dessous de 55 mm et les installations à 4 câbles restent en dessous de 50 mm.

La fourrure des poulies Koepe a aussi une grande influence sur la vie des câbles : ni cuir, ni tissus caoutchoutés, ni produits synthétiques n'arrivent à empêcher la torsion à l'enlèvement et à l'arrivée avec les dégâts que cela entraîne. Les gorges des tambours sont aussi une cause de dégâts quand elles ne sont pas entretenues à profondeurs égales, à cause des différences de vitesse périphérique.

Les treuils à friction pour la pose des câbles dans les installations monocâbles ont été mis au point depuis assez longtemps ; pour les 4 câbles, la firme EPR a créé un dispositif approprié qui est décrit. Le problème de la suspension des cages est soulevé une fois de plus.

La question de savoir quelle est la méthode la plus économique et la plus sûre pour poser simultanément plusieurs câbles est à l'ordre du jour et gagne constamment plus d'importance. Ci-après, l'auteur décrit une méthode qui a été appliquée dans plusieurs mines de la Ruhr. Comme auxiliaires on utilise des treuils à friction avec rouleaux de compression.

Liste du matériel nécessaire et préparatifs pour le placement des câbles et l'introduction de la cage -

préparatifs généraux - procédé de pose des câbles, équipe nécessaire.

L'article décrit encore une autre méthode qui a été utilisée dans la Sarre : Matériel et installations nécessaires dans l'ensemble et au niveau d'extraction - Pose des câbles pour la première fois : câbles d'équilibre - câbles d'extraction. Changement des câbles.

IND. E 414

Fiche n° 28.927

**E.B. CLARKE et J.D. SMITH.** The behaviour of ropes in multi-rope friction winders. *Le comportement des câbles dans les machines Koepe à câbles multiples.* — *Colliery Engineering*, 1961, février, p. 61/63, 1 fig.

Résumé des résultats d'une étude théorique sur le comportement des câbles de machines Koepe à câbles multiples. L'équilibrage est une condition nécessaire à la réalisation des avantages du système. Il peut être compromis par les variations des propriétés physiques des câbles, les variations entre les diamètres effectifs des rainures d'enroulement, les défauts d'ajustement du câble au profil des rainures, les différences de glissement, les variations de tension en cours de translation. L'analyse mathématique des phénomènes comporte un certain nombre d'hypothèses dont la portée est évaluée et 3 cas différents sont envisagés dans lesquels sont montrés les effets de variations de longueur, de modules d'élasticité et de diamètres d'enroulement. On peut voir que ce dernier cas est de loin le plus influent sur les variations de tension dans les 4 câbles.

IND. E 42

Fiche n° 28.870

**P. KREMER.** Neuartiger Förderturm in Stahlbeton. *Nouveau type de tour d'extraction en béton armé.* — *Beton im Bergbau*, 1960, novembre, Article 1, 12 p., 22 fig.

Raisons techniques et économiques de ce type un peu spécial de tour en béton armé, dont la coupe horizontale est en forme de fenêtre romane. Contrairement à la disposition habituelle, les deux machines bicâbles qui se font face sont disposées sur plateforme à des niveaux différents. L'extraction est 4.600 t de charbon ou pierres. Les charges utiles par trait sont respectivement de 13,8 et 9,6 t. Vitesse : 16 m et 10 m/s ; transport du personnel : 12 hommes par étage, soit 72 par trait. En superposant les 2 machines, on a accru la hauteur mais réduit le volume de 10 % environ. La réduction des portées a rendu la construction plus légère et plus économique. A l'usage, la construction a bien résisté. Au point de vue architectural, elle donne également satisfaction.

IND. E 46

Fiche n° 29.127

**P. RESKA.** Eine neuartige Beschickungseinrichtung von Füllörtern für Grossraumförderwagen. *Nouvelle installation de chargement aux points de remplissage pour grandes berlines.* — *Montan Rundschau*, 1961, février, p. 19/21, 5 fig.

Les circuits pour grandes berlines sont difficiles à régulariser par les moyens ordinaires : chaînes ralentisseuses et freineuses, freins à friction tocs, etc., par suite de la différence entre les berlines à bon roulement et les autres. Dans les mines de minettes d'Amermont au puits n° III, on a utilisé un procédé différent pour l'envoi au culbuteur du point de chargement. Le puits a une profondeur de 250 m avec une extraction par skips de 12 t, qui sont remplis par les minerais culbutés et ensuite concassés. La rationalisation a porté la capacité des berlines à 7.000 litres. Les premières installations de circulation ne fonctionnaient qu'après de multiples changements de la pente. Finalement la firme Delattre réalisa une installation d'un principe tout nouveau : les parois des berlines sont saisies par des galets moteurs à axe vertical et garnis de pneus. Ce dispositif travaille sans choc, régulièrement et revient moins cher que les autres dispositifs. La pression des pneus sur les parois est réglée par l'écartement des axes des galets. Pour l'installation en question, il y a 7 paires de galets plus un galet moteur spécial dans la culbuteur. Des cellules photo-électriques actionnent les moteurs des galets au moment voulu.

## F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. F 120

Fiche n° 29.027

**W.E. VANCE.** Mine ventilation - Some economic aspects described. *L'aérage minier - Quelques aspects économiques.* — *Iron and Coal T.R.*, 1961, 17 février, p. 345/351, 7 fig.

L'auteur étudie, en s'appuyant sur des diagrammes et des exemples relevés dans des charbonnages anglais, les aspects économiques du problème de la ventilation : comparaison entre les deux moyens qui s'offrent d'augmenter l'aérage, par l'augmentation de la puissance du ventilateur et par l'élargissement des voies par lesquelles l'air circule, la nature du revêtement des parois ayant également son importance. Il y a lieu de considérer, en même temps que le débit, la vitesse du courant d'air qui peut être fixée pour les voies principales, à 300 m/min. Le coût des pertes d'air est aussi à envisager, près de la moitié de l'air étant court-circuité entre les deux puits d'entrée et de retour, perte qu'il est cependant pratiquement impossible d'éviter.

La section la plus économique d'une nouvelle galerie, au point de vue de l'aérage, peut être définie comme la section pour laquelle le prix de revient

annuel de l'énergie dépensée et le prix de creusement et d'entretien annuels sont minima. Pour ce qui concerne l'élargissement d'une galerie, la section la plus économique est celle pour laquelle l'économie annuelle de puissance réalisée pour faire passer l'air, équilibre le prix de revient annuel de l'élargissement.

La section la plus efficace pour un certain débit d'air devrait être celle au-delà de laquelle un élargissement ne produirait pas de réduction sensible de perte de charge par unité de longueur.

IND. F 22

Fiche n° 28.924

**A.E. BENNETT.** A new continuously operating methanometer. *Un nouveau méthanomètre à fonctionnement continu.* — *Colliery Guardian*, 1961, 9 février, p. 163/166, 5 fig.

L'appareil utilise une lampe semblable à celles qui servent à détecter le grisou, mais la flamme chauffe un anneau de thermocouples qui mesure l'accroissement de température du gaz combustible normal, causé par la combustion du grisou mélangé à l'air. La combustion du butane qui alimente la lampe est rigoureusement contrôlée par un dispositif régulateur spécial. L'appareil est conçu pour fonctionner entre 0 et 3 % de grisou avec une exactitude de 0,05 % de méthane et une vitesse de réponse de 20 secondes pour 1 % de variation en teneur. Les résultats sont enregistrés sur diagramme. Au-delà de 6,5 % de grisou, la lampe s'éteint. Elle peut, dans une atmosphère très poussiéreuse, voir ses indications faussées par l'obstruction des toiles métalliques.

Plusieurs types d'appareils du même principe sont conçus pour des durées d'observations variables allant jusqu'à une semaine, avec transmission de signaux à distance, etc.

IND. F 2321

Fiche n° 29.018

**D. RAE et B.J. NIELD.** Incendive frictional sparking from alloys containing aluminium. *La faculté de causer l'inflammation par étincelles de frottement possédée par les alliages contenant de l'aluminium.* — *Safety in Mines Res. Est. Rep.* 192, 1960, novembre, 30 p., 3 fig.

Les chocs obliques, entre les alliages d'aluminium et magnésium et l'acier rouillé, produisent des étincelles capables d'enflammer les mélanges d'air et de grisou. Des expériences pour déterminer le pourcentage d'aluminium à remplacer par des éléments inertes de manière à diminuer ce risque, sont rapportées dans cette étude. Les effets de la dureté de l'alliage et du traitement thermique ont été également recherchés.

Comme éléments inertes, l'argent et le zinc ont été choisis, grâce à leur solubilité dans l'aluminium, qui n'entraîne pas de fragilité de l'alliage.

L'influence de la dureté sur le risque d'inflammation est plus grande dans les mêmes conditions de composition et de choc, mais elle décroît avec le pourcentage d'aluminium.

Avec des alliages de dureté modérée, on obtient des inflammations de gaz même quand la moitié des atomes sont fournis par l'aluminium et il faut un tiers seulement d'aluminium pour réduire le risque dans des proportions acceptables.

Les alliages résultants sont d'une densité relative beaucoup plus grande que celle de l'aluminium et d'une résistance mécanique assez inférieure, ce qui supprime les avantages des alliages légers.

IND. F 31

Fiche n° 28.920

**W.B. CYBULSKI.** Recherche sur l'influence de l'eau sur l'explosibilité de la poussière de charbon. *X<sup>me</sup> Conférence internationale des Dir. de Stations d'Essais, Pittsburgh 1959.* — *Revue de l'Industrie Minière*, 1961, janvier, p. 75/80.

L'eau et les poussières de schistes agissent différemment sur les poussières inflammables : l'eau diminue l'aptitude des poussières à se disperser et elle refroidit la flamme de l'explosion, la poussière de roche agit comme un écran au rayonnement de la flamme.

Paramètres des essais : nature de la source d'inflammation, du charbon, de sa finesse, taux et nature du stérile, localisation des poussières de stérile : au sol ou sur des planches au toit. Conditions des essais. Résultats des essais : soit :  $n$  = taux d'incombustible dans la poussière sèche —  $n_p$  = taux d'incombustible, dans le mélange poussière-eau, ne transmettant pas l'explosion —  $c$  = taux de charbon pur et sec, dans le mélange poussière-eau, ne transmettant pas l'explosion —  $W$  = taux d'eau minimum, dans le mélange poussière-eau, ne transmettant pas l'explosion —  $S$  = taux des parties incombustibles du mélange sec poussières charbon et stérile ne transmettant pas l'explosion —  $C_b$  = taux maximum de charbon pur et sec qui, combiné à  $n_p$  d'incombustible et à  $w$  d'eau libre, ne transmet pas l'explosion.

On a alors :

$$E_w = \frac{S - n_p}{W}$$

(coefficient d'équivalence de l'eau libre au stérile d'apport).

$$X_w = \frac{100 - (n_p X_s + n_p + X)}{W}$$

(efficacité de l'eau : poids maximum de charbon pur et sec dont le mélange avec 1 kg d'eau ne transmet pas l'explosion).

$$X_s = \frac{100 - S}{S} = \text{efficacité des poussières stériles.}$$

$$E_x = \frac{X_w}{X_s} = \text{rapport des efficacités.}$$

$$\frac{C_b}{c} = \text{rapport de la valeur calculée à la valeur expérimentale } c.$$

Tableau des essais et essais complémentaires —  
Comparaison aux résultats étrangers et conclusions.

IND. F 31

Fiche n° 29.112

**W.B. CYBULSKI.** Etude des arrêts-barrages latéraux de poussières stériles. — *Revue de l'Industrie Minière*, 1961, février, p. 103/147, 32 fig.

Quand on réduit la longueur de la plate-forme d'un arrêt-barrage simple, de sorte qu'elle n'occupe plus toute la largeur de la voie, afin de faire la distinction, l'auteur a convenu d'appeler ces arrêts-barrages des arrêts-barrages latéraux ; des planches disposées le long des parements ne sont pas des arrêts-barrages latéraux mais bien des compléments des premiers. Les arrêts-barrages latéraux sont fréquemment plus faciles à installer que les barrages simples. Le but de cette étude est la vérification de la possibilité d'arrêter des coups de poussières avec ces barrages laissant un passage suffisant pour ne pas gêner la circulation. Conditions des essais : diverses dispositions de barrages latéraux avec buttes médianes ou madriers. Vue d'un arrêt-barrage latéral entre buttes avec des plates-formes centrales et des unilatérales à la paroi ; largeur des plates-formes : 90 cm. Des essais d'explosion faible pour amorçage d'un coup de poussière ont montré que les arrêts-barrages latéraux employés seuls et sans schistification dans la zone des arrêts-barrages sont en mesure d'arrêter les coups de poussières lorsque la quantité de poussière sur les barrages est de 200 kg/m<sup>2</sup>. Les plates-formes le long des parois sont un auxiliaire efficace. D'autres essais, amorcés au grisou, ont donné une explosion violente suivie d'un coup moins violent à la poussière à 50 % de stérile. Les arrêts latéraux laissaient une largeur libre de 80 à 100 cm ; on est même descendu à 60 cm : jugé insuffisant. La distance de 150 à 300 cm a donné de meilleurs résultats. Résultats d'autres essais avec des teneurs variables en charbon des poussières. Recommandations.

IND. F 411

Fiche n° 29.017

**H. NICKSTADT.** Das Hochdrucktränken. *L'infusion d'eau en veine à haute pression.* — *Bergfreiheit*, 1961, février, p. 49/62, 16 fig.

L'injection d'eau en veine ordinaire, après s'être développée en Grande-Bretagne et en Belgique avec l'appareil Trippe, a été appliquée en Allemagne, en

1910 à la mine Dorstfeld. De 1949 à 1959, le nombre de tailles traitées est passé de 19 à 785 et le nombre de mètres de front traités de 2.300 à 137.000. En République Fédérale, 4 % de l'extraction provenaient de tailles infusées contre 50 % en 1959. Emploi limité aux charbons gras, pression en dessous de 30 atm.

Ces dernières années, le matériel à haute pression (jusque 300 atm) développé par les firmes Jérusel, Hausherr, Turmag a permis l'extension de la méthode aux charbons durs. L'auteur discute les avantages et les inconvénients de la méthode.

En partant des particularités des différents matériels, l'auteur en déduit les domaines d'application. Le prix de revient par tonne de charbon oscille de 0,30 DM à 1,20, c'est-à-dire peu de chose.

L'auteur décrit les différents matériels et les résultats qu'on obtient. Les limites d'application sont aussi soulignées. Quant aux conditions de réalisation : profondeur et écartement des trous, quantité d'eau injectée et vitesse d'injection, de nombreux essais ont précisé ces données.

Des tableaux de résultats montrent l'avantage au point de vue abatage des poussières. On constate en même temps que le rendement d'abatage augmente, la consommation éventuelle d'explosifs diminue et le prix de revient diminue.

IND. F 54

Fiche n° 28.960

**M.-Th. HEREMANS et P. LEYTH.** Réaction de Donaggio et taux des éosinophiles sanguins après l'effort physique effectué aux hautes températures. — *Revue de l'Institut d'Hygiène des Mines*, n° 4, 1960, p. 135/146.

Les variations du taux des leucocytes éosinophiles circulants, du débit urinaire et de la réaction de Donaggio des urines ont été suivies au cours de différentes épreuves combinant l'effort physique et l'exposition à la chaleur. Le travail physique à lui seul, effectué à température ordinaire, suffit à entraîner une chute significative du taux des éosinophiles. Ce taux s'abaisse également lors d'un exercice physique de faible intensité, effectué à haute température. Un travail physique intense, effectué à haute température, produit une chute encore plus marquée. Le débit urinaire subit une réduction marquée et prolongée à la suite d'un effort physique à haute température, en dépit d'une absorption préalable de liquides et d'une réhydratation à volonté à la fin de l'épreuve. L'effet de la chaleur est beaucoup plus marqué que celui du simple effort physique, comme il ressort de l'analyse des différentes combinaisons d'épreuves essayée. L'intensité de la réaction de Donaggio des urines, exprimée en termes de concentration (Unités-Donaggio par cm<sup>3</sup>), s'accroît de façon nette au cours de l'effort musculaire simple, ainsi que lors de l'exposition à de hautes températures. L'expression de la réaction de Donaggio en

termes d'excrétion de substances actives (Unités-Donaggio par minute) permet de retrouver l'effet de l'effort physique, mais diminue ou fait même disparaître celui de la chaleur. Cette absence de réponse paraît en réalité reposer sur un retard d'excrétion des substances actives, conséquence de la dépression prolongée de la diurèse induite par l'exposition à la chaleur.

Il semble au total que les répercussions physiologiques étudiées dépendent davantage du facteur température que du facteur de l'effort physique.

IND. F 63

Fiche n° 28.917

**T. KITAWAGA.** Détection des combustions spontanées souterraines à leur début. — *Revue de l'Industrie Minérale*, 1961, janvier, p. 34/47, 5 fig.

La combustion spontanée se signale par une odeur particulière due aux hydrocarbures légers produits par pyrolyse. L'auteur a mis au point des tubes détecteurs pour les nombreux gaz dont l'oxyde de carbone. Ce tube détecte jusqu'à 0,0001 % de CO, en même temps qu'il détecte des teneurs en éthylène comprises entre 0,0001 et 0,00001 %. Des mesures dans des quartiers murés ont confirmé ces valeurs. Il détecte également les fuites à de tels barrages.

L'épreuve contradictoire en région saine donne de bons résultats. Des mesures à l'odorat donnent une perception nette à 0,0001 % d'éthylène. Elle est donc 10 fois moins sensible qu'au tube détecteur. L'oxyde de carbone et l'éthylène se produisent toujours en même temps dans la période initiale de combustion spontanée et leur rapport est compris dans des limites déterminées. Dans le cas contraire, il y a lieu à discrimination.

IND. F 64

Fiche n° 27.447<sup>I</sup>

**H. R. HOUSTON.** Lanarkshire Colliery explosion. *Explosion à la mine Cardowan du Lanarkshire*. — *Iron and Coal T.R.*, 1960, 29 juillet, p. 230.

Cette explosion, à la profondeur de 300 m et à environ 3 km du puits, a fait 3 tués et 7 blessés par brûlures le 21 juillet. Tout ce personnel, parmi lequel il y avait des membres du service de secours, était occupé à la réouverture d'un chantier de charbon à coke où il y avait eu un incendie fin janvier. Le barrage avait été rompu et les mineurs s'avançaient dans une partie de galerie remplie de gaz quand l'explosion s'est produite.

La démolition du barrage de 1,50 m d'épaisseur s'était faite 9 jours plus tôt au moyen d'une forte charge d'explosif tirée de la surface (sans danger pour personne). C'était la première fois qu'on utilisait la méthode en Ecosse.

La cause de l'accident est encore inconnue et l'ingénieur du Corps des Mines, M. F. Tootle, qui assistait aux opérations, est parmi les blessés.

On avait fait des prises d'air régulières depuis l'ouverture du barrage.

On reprenait ce chantier pour plusieurs raisons : charbon à coke, augmentation de la production et de grisou capté.

Les barrages ont été rétablis et il est probable qu'on attendra au moins 6 mois avant de les rouvrir.

IND. F 64

Fiche n° 27.447<sup>II</sup>

**H. R. HOUSTON.** Cardowan colliery explosion. *L'explosion du charbonnage de Cardowan*. — *Iron and Coal T.R.*, 1961, 20 janvier, p. 147/148.

En juillet 1960 à Cardowan, Lanarkshire, une explosion de grisou causée par oxydation de matières charbonneuses laissées après un autre incendie, antérieur de 6 mois, a coûté la vie à 4 hommes. C'est en démolissant le barrage de l'incendie en question que l'accident s'est produit. Préalablement, on s'était assuré que l'atmosphère derrière le barrage était privée d'oxygène, mais la teneur élevée en grisou devait imposer de grandes précautions. Le barrage étant démolí, on a procédé à un aérage activé pour purger l'atmosphère, mais des matériaux partiellement brûlés lors de l'ancien incendie purent se réchauffer et causer l'explosion.

Les circonstances de l'accident et les mesures de sauvetage sont détaillées. Une série de recommandations sont énoncées pour éviter le retour d'un tel accident dans des circonstances semblables. Elles concernent l'organisation soignée des mesures de sécurité et de contrôle à prendre pour éviter de procéder « à l'aveuglette » sur un terrain aussi dangereux qu'une section incendiée, isolée par barrages et réouverte après l'extinction supposée du feu.

IND. F 70

Fiche n° 29.126

**X.** Lampenpflege macht sich bezahlt : grosse Lichtverluste durch Verschmutzung. *Le soin des lampes paie : grande perte de lumière par empoussièremment*. — *Bergbau Rundschau*, 1961, février, p. 100/101.

Nous ne sommes plus à l'époque des lampes ouvertes à huile, où il fallait nettoyer tous les jours les verres obscurcis par la suie. Beaucoup de personnes croient qu'avec les ampoules électriques, on n'a plus se préoccuper de l'empoussièremment. C'est une grosse erreur : on paie les kWh mais l'équivalent lumineux dépend beaucoup de la propreté de l'ampoule. D'après la DIN allemande 5035, la quantité de lumière

pour des travaux grossiers est de	60 Lux
» » » moyens	120 »
» » » fins	250 »
» » » très fins	600 »

Si un éclairage a été établi d'après ces normes, si on n'y prend garde, les ampoules se recouvrent

progressivement de poussières et le confort de l'éclairage diminue, ainsi que le rendement de travail, et le danger d'accident croît. Des mesures ont été effectuées et on a constaté après 12 mois un éclairage restant de :

Mode d'éclairage	Ampoule à lumière mixte		Lampes à vapeur de mercure sous haute pression		Lampes T.L. et à vapeur de mercure avec couche lumineuse	
	faible	fort	faible	fort	faible	fort
Empoussiérage :						
Eclairage direct :	0,85	0,6	0,8	0,6	0,75	0,55
Eclairage uniforme :	0,75	0,4	0,7	0,4	0,7	0,35
Eclairage indirect :	0,7	0,35	0,65	0,35	0,6	0,3

### G. EPUISEMENT.

IND. G 12

Fiche n° 29.099

W. ARNOLD et H.J. LAUE. Einige Vorschläge zur Vervollkommnung der Technologie bei Entwässerungsarbeiten im Braunkohlengebirge unter besonderer Berücksichtigung der Einsatzmöglichkeiten moderner Kleinkälteanlagen. *Quelques projets pour perfectionner la technique des travaux d'assèchement dans les massifs de lignite spécialement par les méthodes modernes de congélation localisée.* — *Bergbautechnik*, 1961, février, p. 89/102, 10 fig.

L'eau est le plus grand ennemi des exploitations de lignite ; l'article a pour but d'attirer l'attention des experts sur un procédé utile. Après avoir établi que le procédé de fonçage à la grenaille avec ses difficultés sera avantageusement remplacé par des méthodes spéciales de fonçage, la congélation et le fonçage de bures sont étudiés ici. On décrit les procédés spéciaux de congélation développés ces 20 dernières années, la méthode de Hellström du filtre ou enveloppe congelée et la méthode de Issel/Boie du puits à filtres congelants, qui sont à l'essai en divers endroits. Ces deux méthodes consistent en une combinaison de la congélation ordinaire avec des procédés de drainage (cailloux en lessive de  $\text{CaCl}_2$ , etc.). Des détails de réalisations sont donnés. L'article se termine par la description de petites installations de congélation pour la production locale des massifs congelés avec prix de revient.

### H. ENERGIE.

IND. H 21

Fiche n° 28.845<sup>I</sup>

G.G. THURLOW. New developments in boiler plant. Future trends in the use of coal for steam raising. *Perfectionnements des installations de chaudières. Tendances dans l'emploi du charbon pour la production de vapeur.* — *Colliery Guardian*, 1961, 2 février, p. 135/140, 8 fig.

Pour arriver à concurrencer le mazout comme combustible de chaudières à vapeur, il faut améliorer le rendement, diminuer le prix de revient en

réduisant les dimensions et la complexité, et enfin simplifier les opérations de contrôle et de manipulation du charbon et des cendres par l'automatisation. L'auteur examine successivement ces différents problèmes, d'abord d'un point de vue théorique, puis dans leur application pratique. Il envisage d'abord la construction de la chaudière, énonçant les principes propres à améliorer le rendement par l'étude rationnelle des surfaces de convection et des tubes foyers. Il décrit les principaux types de foyers : à grille mobile, à chaînes. Divers perfectionnements sont en cours. Les foyers à grilles vibrantes commencent à se répandre en Grande-Bretagne ; le charbon enfourné à une extrémité cheminant au cours de sa combustion, par l'effet des vibrations, jusqu'à l'extrémité opposée où il est enlevé sous forme de cendres. La grille est refroidie par circulateur d'eau et le mâchefer ne peut y coller. Un autre avantage est l'impossibilité des trous d'air dans le lit de charbon. Le système est en outre simple, économique et convient à des charbons divers. Les chaudières « Trianco » à alimentation par gravité sont un autre type, rappelant le principe des gazogènes. Leur simplicité permet d'en augurer un emploi plus étendu.

IND. H 42

Fiche n° 28.954

H. FEYERTAG. Transformateurs de grande puissance pour installations de redresseurs. — *Revue Siemens*, 1961, février, p. 56/61, 5 fig.

Pour obtenir un bon fonctionnement d'une installation de redresseurs, il faut que les transformateurs correspondants répondent à certains impératifs qui font que ce genre de transformateurs se distingue d'un transformateur d'alimentation normale.

Les fortes intensités et les faibles tensions sur le côté secondaire exigent un enroulement d'une nature spéciale. La nécessité d'avoir une grande gamme de réglage, de déphaser les vecteurs des tensions ainsi que l'emploi de selfs de transducteurs, ont également de fortes répercussions sur le mode de réalisation des transformateurs pour installations de redresseurs.

L'auteur décrit surtout des transformateurs qui sont utilisés en combinaison avec des redresseurs à contacts mécaniques ou des redresseurs au silicium pour des courants continus très intenses.

IND. H 5343

Fiche n° 29.032

E. LOYNES et F. CROWTHER. A method of earth-fault protection with current limitation. *Une méthode de protection contre les mises à la masse avec limitation d'ampérage.* — *The Mining Elect. and Mech. Engin.*, 1961, février, p. 255/260, 7 fig.

Les courts-circuits et mises à la masse, particulièrement dangereux dans l'électrification des travaux du fond, sont, en principe, évités par la mise à la terre des masses en un seul point situé, suivant le règlement en Grande-Bretagne, à la surface, et ce,

pour les installations à moyen voltage. Le neutre des enroulements secondaires connectés en étoile est également mis à la terre. L'article donne le schéma du système de protection admis, montrant les voltages observables lors d'un défaut d'isolation. Des essais ont été faits avec mise à la terre indirecte en plusieurs points, ils ne donnent pas entière satisfaction. A la suite de la catastrophe de Walton, on a cherché à renforcer les prescriptions tendant à réduire les risques de production au fond d'arcs électriques dus à des courts-circuits ou autres défauts d'isolement. On a précisé les limites de pertes de courant tolérables et les exigences des dispositifs de protection de différents systèmes et recommandé le principe du déclenchement du système de protection en cas de dérèglement de celui-ci (intrinsèquement de sécurité). Plusieurs méthodes de protection sont décrites avec schémas et analysées et un appareillage de vérification des installations a été mis au point pour être mis à l'essai dans un charbonnage de la Division N-W.

### I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES.

IND. I 0130

Fiche n° 28.971

**W.G. HARPER.** Present trends in coal preparation in Great Britain. *Les tendances actuelles en préparation du charbon en Grande-Bretagne.* — *Colliery Guardian*, 1961, 16 février, p. 193/198, 3 fig.

Le triage manuel est généralement remplacé par une épuration mécanique des grosses catégories, par liqueurs denses principalement. La consommation de fines non lavées pour centrales augmente et on sépare de plus en plus à sec avant lavage les 0-2, ce qui simplifie beaucoup le problème général de la préparation, par ailleurs rendue plus difficile par la dégradation de la granulométrie. Les liqueurs denses sont de plus en plus appliquées pour les 12-25. Les appareils à cyclone sont particulièrement en faveur pour la préparation des fines à basse teneur en cendres pour la fabrication des combustibles sans fumée. La réduction de l'humidité des fines est un problème qui intéresse plus encore les fours à coke que les centrales à charbon pulvérisé.

On applique l'automatisation et les contrôles à distance de façon croissante dans les installations de complexité accrue, pour économiser du personnel.

La standardisation du matériel retient l'attention des constructeurs de lavoirs.

L'acier est généralement préféré au béton dans la construction des bâtiments de lavoirs.

IND. I 12

Fiche n° 29.180

**E. SCHNEIDER.** Auswirkung verschiedener Betriebsbedingungen auf die Zerkleinerung von geklaubter und von unsortierter Stückkohle im Nocken-Walzwerk. *Effet de différentes conditions de marche sur le concassage de grosses bouilles triées et brutes dans un concasseur à cylindres dentés.* — *Aachener Blätter*, 1960, Heft 4/5, p. 132/149, 10 fig.

Influence du débit, de la teneur en pierres des gros bruts, de la granulométrie de l'alimentation et de la tension des ressorts sur la granulométrie des produits concassés. Un accroissement du débit de 20 à 200 t/h entraîne une augmentation d'environ 10 % de la quantité de concassés supérieurs à 80 mm et d'environ 1 % de celle de poussier inférieur à 0,5 mm. La présence de pierres provoque un concassage plus important du charbon propre. La granulométrie de l'alimentation (supérieure à 120 mm) n'a pas d'influence sensible. Un accroissement de tension des ressorts du concasseur permet une réduction plus poussée tant du charbon que des pierres.

IND. I 21

Fiche n° 28.892

**W. KLUGE.** Die Darstellung der Siebanalyse im Kornverteilungsdiagramm. *Représentation de l'analyse granulométrique dans le diagramme de répartition.* — *Glückauf*, 1961, 4 janvier, p. 19/25, 10 fig.

Les analyses granulométriques sont généralement représentées dans des diagrammes cumulatifs qui sont peu parlants. L'accroissement ou la réduction d'une fraction déterminée ne provoque qu'une variation de la pente de la courbe dans la zone considérée. Les diagrammes de fréquence sont beaucoup plus parlants. Principes d'établissement de ces diagrammes. La fréquence moyenne dans un intervalle dépend de la largeur de cet intervalle - Calcul de l'échelle des surfaces - Utilisation du diagramme de fréquence pour l'étude des concasseurs et broyeurs. Un simple coup d'œil sur le diagramme permet de comparer les résultats de divers types de concasseurs et de choisir celui qui convient le mieux pour le travail envisagé. Etude du comportement au broyage des éléments hétérogènes de l'alimentation. Représentation des résultats de tamisage.

Correction à apporter à l'échelle des fréquences dans le cas où l'on utilise une échelle logarithmique pour les abscisses.

IND. I 35

Fiche n° 29.098

**B.V. DERJAGUIN et S.S. DUKHIN.** Theory of flotation of small and medium-size particles. *Théorie de la flottation de particules fines et moyennes.* — *Institution of Mining and Metallurgy*, 1961, février, p. 221/246, 5 fig.

Etude des forces intervenant lors de la capture d'une petite particule, inférieure à 0,1 mm de dia-

mètre, par une bulle d'air en flottation. La particule est suffisamment fine pour que les forces d'inertie et les déformations des bulles d'air par suite des collisions avec les particules puissent être négligées. Les auteurs considèrent que la particule en s'approchant de la bulle traverse 3 zones : la zone 1 comporte tout le liquide extérieur à la bulle et qui n'est pas influencé par celle-ci. Dans cette zone, la particule est soumise uniquement à l'action de la gravité de l'inertie - La zone 2 est la couche de diffusion de la bulle où la particule subit des forces « diffusophorétiques » - La zone 3 est une couche liquide de mouillage d'une épaisseur telle qu'à travers cette couche puisse se manifester une pression de rupture entre la particule et la bulle.

## J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE.

IND. J 17

Fiche n° 28.998

F. MERX et A. KIHM. Eine elektronische gesteuerte kontinuierliche Bunkermessanlage. *Une installation de mesure continue en silo contrôlée électroniquement.* — Glückauf, 1961, mars, p. 256/260, 8 fig.

Anciennement, le contrôle de remplissage d'un silo pouvait se faire moyennant une bobine à câble pourvu de repères au bout duquel on laissait descendre une lampe. C'était fastidieux, dangereux et peu précis. Divers procédés électriques et même électroniques ont été essayés, qui ne donnent pas toujours satisfaction.

A la mine Friedrich Thyssen 2/5, au silo d'alimentation du lavoir, on a fait une installation, non pas du type antigrisouteux, mais bien à circuits intrinsèquement sûrs. Il y a aussi une bobine à câble testeurs, mais : a) la commande est automatique, de plus, d'après le niveau relevé, il y a actionnement suivant un programme déterminé - b) arrêt de l'extraction par skip par retour à 0 du débit du distributeur à bande - c) mise en marche de ce distributeur et en même temps de skips quand le contenu est de 250 t - d) à 1.000 t, arrêt de l'alimentation du silo (distributeur à bascule) - e) à 750 t, reprise de l'alimentation du silo - f) à 1.100 t, fin du contrôle automatique - g) à 0 t, fin du contrôle automatique - h) annulation des impulsions de commande lors de la mise hors circuit (par dérangement) de l'installation de mesure pour remédier au dérangement - i) informations optiques pour les divers points ci-dessus - k) signal acoustique simultané.

L'article donne le schéma des connexions et expose le fonctionnement.

## P. MAIN-D'OEUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. P 1221

Fiche n° 29.022

X. Mansfield shaft-fall inquest. *L'enquête sur l'accident de puits de Mansfield.* — Colliery Guardian, 1961, 23 février, p. 237/238.

Un accident peut être dû à un défaut de signalisation dans le puits, occasionné par un excès d'application du signaleur. Deux hommes de puits, dûment attachés par leur ceinture de sûreté à un rail en acier, étaient en train d'amarrer une poutrelle de 5,40 m à la cage, au dessus du puits en vue de la descendre. Ayant donné le signal au préposé à la recette de lever la cage, celle-ci s'abaissa au contraire, la poutrelle bascula, frappant un des deux hommes de puits qui tomba au fond, sa ceinture ayant rompu sa chaîne.

L'enquête a montré que la transmission de signaux, à la fois par sonnerie et par voyant lumineux, ne se faisait pas toujours correctement. Ce double système par le son et la lumière se contrôle lui-même dans une certaine mesure, mais des transmissions fausses peuvent avoir lieu néanmoins, surtout quand elles sont faites au cours de manœuvres anormalement délicates et avec un soin anormal. Le cas se complique encore lorsqu'au cours d'une manœuvre, le machiniste a été remplacé comme cela a eu lieu lors de l'accident en question et qu'on a omis d'avertir le nouvel arrivant.

IND. P 22

Fiche n° 28.854

F.S. ATKINSON. The Universities and the coal-mining industry. *Les Universités et l'industrie charbonnière.* — Iron and Coal T.R., 1961, 27 janvier, p. 175/178.

La population universitaire en Grande-Bretagne est en passe de décupler, d'ici quelques années, son chiffre d'avant-guerre. Les installations deviennent insuffisantes et le manque de place se fait sentir. La collaboration entre l'industrie charbonnière nationalisée et les universités est efficace : facilités de stages pratiques, facilités aussi pour des mineurs qui ont réussi à acquérir certaines qualifications d'accéder aux grades universitaires. D'autre part, la recherche en matière de mines est organisée dans les universités. Cependant, l'auteur constate qu'il reste beaucoup à faire en Grande-Bretagne où le pourcentage des employés dans l'industrie minière, ayant reçu une instruction supérieure, est faible par rapport aux autres industries et aussi par rapport aux autres pays. Il préfère voir se développer les écoles de mines départementales formant des « undergraduates » en nombre accru, plutôt que de voir se créer de grandes écoles dans certains grands centres où le contact entre les élèves et l'industrie serait nécessairement moins étroit.

IND. P 24

Fiche n° 28.942

X. Tendances actuelles de la psychologie industrielle. — *Revue Internationale du Travail*, 1960, décembre, p. 634.

La psychologie industrielle est une science dont la définition et le champ d'applications sont assez mal précisés. L'article s'efforce de dégager l'influence des différents facteurs variables sur 3 critères principaux : rendement individuel, satisfaction personnelle et efficacité d'organisation. Ils sont liés entre eux mais le premier seul a reçu une attention suffisante. L'article envisage successivement : l'augmentation de l'efficacité individuelle par sélection, par formation, par l'étude du travail et de l'adaptation du travail à l'homme - l'accroissement de la satisfaction personnelle par l'attitude à l'égard du travail et par adaptation professionnelle - la mise sur pied d'une organisation efficace, envisageant d'abord la nature de l'organisation, puis la direction et maîtrise, les relations intergroupes et enfin l'évaluation des programmes.

IND. P 53

Fiche n° 28.959

F. LAVENNE et J. PATIGNY. Valeur comparée de la radiographie et de la radiophotographie pour le diagnostic de la pneumoconiose des houilleurs. Etude expérimentale. — *Revue de l'Institut d'Hygiène des Mines*, n° 4, 1960, p. 115/134.

Le plus grand reproche qu'on puisse faire à la radiophotographie est de conduire, surtout aux stades X, 1 et 2, à un pourcentage important de diagnostics collectivement erronés. Si dans sa technique actuelle, elle peut parfaitement servir au dépistage des pneumoconioses condensées, la radiophotographie doit donc être rejetée si l'on vise à faire le diagnostic de pneumoconiose au stade 1 ou si l'on veut étudier la relation entre l'empoussiérage et l'image radiologique.

En outre, les petits formats exposent à une plus grande dispersion des diagnostics individuels et accroissent les tendances personnelles qu'elles soient dans le sens optimiste ou pessimiste. À ce point de vue, les radiophotographies 10 cm × 12 cm et 7 cm × 7 cm ne diffèrent pas entre elles de façon significative, mais sont statistiquement inférieures aux films 35 cm × 35 cm. Pour les observateurs moyens, la meilleure façon de réduire les tendances personnelles et les erreurs de classement consiste en l'emploi du grand format avec référence à une série de clichés standards.

La qualité des radiophotographies influence nettement la dispersion des diagnostics. Des perfectionnements de la technique radiophotographique sont donc susceptibles de réduire non seulement les erreurs collectives, mais aussi l'imprécision des diagnostics individuels.

Les différences entre les divers lecteurs sont tellement importantes qu'en moyenne elles masquent totalement l'effet de l'accoutumance à un format déterminé. Ces différences peuvent être dues à des causes physiologiques et psychologiques qu'il serait utile de préciser.

Le choix de l'observateur est en effet, après la technique radiologique, l'élément le plus important dans le problème du diagnostic correct du stade de la pneumoconiose simple.

## Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. Q 1121

Fiche n° 28.946

A. VAMPOUILLE et P.C. TATE. L'évolution des travaux du fond dans les houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. — *L'Équipement Mécanique*, 1960, décembre, p. 35/60, 66 fig.

Les houillères du Nord et Pas-de-Calais occupent 80.000 hommes pour extraire 100.000 t/jour. Il y a 10 ans, cette production demandait 30.000 mineurs de plus. Le rendement net fond a passé de 1.011 kg à 1.614 kg. Il y a 53 % de plateaux, 33 % de pentes : 20 à 45°, et 14 % de dressants. Puissances : près de 50 % des couches ont de 0,60 m à 0,90 m. Profondeurs : 200 à 980 m.

Creusement de galeries : environ 500 km par an, ce qui représente 17 m par 1.000 t extraites. Perfectionnements techniques : chargeuses mécaniques, machine Marietta à 2 bras tournants sur chenilles, abatteuse et chargeuse, pour chassages ; convoyeurs à bande.

Abatage en tailles : longues tailles et, dans certains gisements pentés, chambres et piliers. Mécanisation croissante (46 % actuellement). Emploi du convoyeur abatteur Valantin avec tambour « ravauteur » et soc de chargement (ouverture minimum 0,90 m).

Soutènement hydraulique et marchant en progrès. Rabots Westfalia avec infusion propulsée. Abatteuse Alacchi pour gisements pentés, à 2 trépan. À noter l'équipement à Bruay d'une taille de 140 m et 1,20 m d'ouverture par étauçons marchants Sahé-Somemi modifiées, soutènement autonome qui a donné des résultats très encourageants. Les principaux articles de matériel minier sont représentés par des illustrations et on donne leurs caractéristiques.

IND. Q 1130

Fiche n° 28.947

E.J. KIMMINS. Concentration of output at collieries. *La concentration de la production dans les charbonnages*. — *Iron and Coal T.R.*, 1961, 10 février, p. 283/290.

L'importance de la concentration de la production résulte du fait que les salaires et charges représentent 59 % du prix de revient du charbon, et

les réparations de matériel et force motrice 22 % ; 38 % des ouvriers sont occupés au front de taille. Il est évident que la dispersion de la production a une influence très défavorable sur le prix de revient. Aussi la tendance au cours des dix dernières années a-t-elle été forte vers une concentration géographique, d'abord (allongement de la longueur des tailles et augmentation du rapport longueur de taille/longueur du roulage), ensuite vers une augmentation du tonnage abattu par unité de longueur de taille, et aussi par unité de longueur du roulage. Les transports par câbles, d'emploi si général en Grande-Bretagne avant la nationalisation, sont nettement en diminution au profit des transports par convoyeurs ; ceux à bande et câbles gagnent du terrain. Les locomotives sont de plus en plus employées. Les berlines sont de 3 tonnes dans beaucoup d'installations nouvelles et on va jusqu'à 6 tonnes.

Le dégagement des pointes de production a été très étudié et plusieurs solutions, notamment par bunkers, ont été apportées.

L'abatage donnant le maximum de production se fait dans la majorité des cas avec la machine Anderton jusqu'à 0,75 m d'ouverture et avec les rabots rapides. Dans les couches minces, le mineur continu Collins retient particulièrement l'attention.

Il faut naturellement étudier, en même temps que le problème de l'avancement du front, celui du creusement des niches et celui du bosseyement.

L'article fournit plusieurs exemples de résultats obtenus dans les charbonnages britanniques.

IND. Q 1130

Fiche n° 28.989

**H. KOEPPEN.** Der Führungsaufbau des N.C.B. und die Organisation der Betriebsführung auf englischen Steinkohlengruben. *Structure de la direction du N.C.B. et organisation de la direction des travaux dans les mines de charbon anglaises.* — *Bergfreiheit*, 1961, janvier, p. 1/8, 6 fig.

L'organisation du N.C.B. comporte 9 divisions et 48 districts comprenant chacun 15 à 20 mines réunies en groupes de 4 ou 5 mines. La direction générale est à Londres et dispose d'un personnel directeur et de 12 sections spécialisées de conseillers ; sauf la section des constructions nouvelles, les 11 autres ont des répliques dans les 9 divisions et, sauf la section de droit et celle de statistique, sont en relation directe avec les sections correspondantes des districts : production, ventes, achats, finances, recherches, publicité, service de santé et service du personnel. Le service de valorisation de la direction générale et de la division est en relation avec la direction des cokeries au niveau du district mais indépendant. La direction administrative passe du Directeur général aux directeurs des divisions puis des districts, groupes, puis finalement arrive au directeur de mine, avec en parallèle le directeur de cokerie. Le directeur de mine contrôle les services

des études, de marquage, de préparation, des géomètres, du magasin, ateliers électrique et mécanique ; il est aidé de 1 ou 2 sous-directeurs qui contrôlent les travaux du fond et ont par chantier 1 chef mineur avec 5 à 10 surveillants avec ouvriers et boute-feu.

Anciennement, les surveillants s'occupaient uniquement de la sécurité, depuis 1951, ils s'occupent également de la technique et de la production et correspondent donc à nos surveillants.

L'article se termine par un tableau comparatif entre la formation du personnel qualifié dans la Ruhr et en Grande-Bretagne où les écoles techniques peuvent conduire, soit au grade supérieur de chef mineur, soit de directeur de mine.

IND. Q 1132

Fiche n° 28.922

**J. BOWMAN.** Anthracite mining in South Wales - Reorganization of Brynlliw Colliery. *L'exploitation de l'antracite dans le sud du Pays de Galles - Réorganisation du Charbonnage de Brynlliw.* — *Iron and Coal T.R.*, 1961, 3 février, p. 237/245, 9 fig.

Remis en activité depuis un an après un rééquipement complet qui a coûté près de 800.000 £, le charbonnage de Brynlliw a été reconstruit sur un emplacement choisi en fonction des données géologiques prouvant qu'un réseau de failles relève vers la surface les couches que leur pente enfonce en profondeur. Les réserves donnent au siège une durée estimée à 80 ans avec une production journalière de 2.000 t nettes en deux postes.

L'article fournit des détails sur la disposition du réseau souterrain utilisant la traction par locomotives. Abatage par mineurs continus Joy et chargeuses Joy. Le puits n° 1, d'entrée d'air, est équipé d'une cage avec contrepoids pour les services pierre, matériel, personnel. Il a 4 m de diamètre. Machine à tambour avec moteur alternatif 1.500 ch, 36 translations/h, à 12,60 m/s.

Le puits n° 2 est équipé de deux skips de 4 t avec plateforme pour le personnel en cas d'urgence, pour 10 hommes. Il sert au retour d'air. Les installations souterraines de chargement des skips sont décrites, ainsi que celles de l'installation de préparation à la surface et la ventilation.

Des renseignements sont fournis sur les travaux préparatoires confiés à la firme Thyssen, et l'exécution des différentes parties successives du projet de reconstruction.

IND. Q 1142

Fiche n° 29.128

**R. GSCHWEIDL.** Aus- und Vorrichtung auf den Pattberg Schächten in Repelen, Kr. Mörz/Nrh. *Travaux de premier établissement et préparatoires aux puits de Pattberg à Repelen, district de Mörz dans le Bas-Rhin.* — *Montan Rundschau*, 1961, février, p. 21/28, 4 fig.

Les puits Pattberg I et II appartiennent à la société Rheinpreussen A.G. Sa concession couvre 12,64 km<sup>2</sup>. Le gisement de Pattberg est divisé en

plusieurs tronçons par des failles de direction NNW-SSO avec des rejets de 50 à 250 m. Le personnel total atteint 3.600 h dont 2.600 au fond. La production journalière nette est de 7.500 t. Ce rendement est le plus élevé de l'Europe. Les expéditions de charbon à coke se font par bateaux. Les réserves jusqu'à la profondeur de 500 m atteignent 14,8 Mt, dont 2,1 jusqu'à 400 m.

Historique du creusement des puits qui a débuté en 1925. Le puits I sert à l'extraction et est équipé de 2 machines d'extraction, celle du côté W a deux skips de 14 t de capacité avec un compartiment inférieur pour le personnel, les berlines qui les desservent ont une capacité 3.500 litres. Du côté E, ce sont des cages à 2 paliers pour 1 berline de 820 ou 950 litres avec au-dessus un skip pour la descente des pierres. Le matériel descend aussi dans ce compartiment. Le puits II va à 400 m et sert à la ventilation. Il participe pour 25 % à l'extraction totale (Vue du creusement du puits II avec grappin). La préparation du 5<sup>e</sup> étage à 650 m est confiée à l'entreprise Haniel et Lueg : les galeries principales ont une section de 20 m<sup>2</sup> utile, soutènement complètement métallique, les points de chargement sont revêtus de claveaux. Les autres galeries sont creusées par le charbonnage avec emploi de chargeuses : Salzgitter, Atlas-Copco, Joy et il y a un mineur Dosco. Pour les galeries à 650 m, on utilise des chargeuses à secousse et des chargeuses-pelles sur pneus.

IND. ◊ 115

Fiche n° 28.990

**H. MAURER.** Der Steinkohlenbergbau in der Sowjetunion. *L'industrie houillère en U.R.S.S.* — *Bergfreiheit*, 1961, janvier, p. 8/22, 18 fig.

Compte rendu d'un voyage d'étude d'une délégation du Steinkohlenbergbauverein (19 mai - 8 juin 1959).

Réserves actuelles et production de 1913 à 1958 par bassins, couverture énergétique des besoins et prévisions pour 1965.

Organisation de l'industrie houillère depuis 1957: régions économiques, groupements houillers, groupes ou directions, sièges.

La recherche : rôle de l'Académie des Sciences par ses instituts fédéraux spécialisés. La formation des ingénieurs.

Le bassin du Donetz. Géologie générale : existence de charbons allant du lignite à l'antracite ; couches à faible profondeur, en plateure, sans accident ; mais D.I. et venues d'eau. Projets prévoyant une concentration avec sièges de 4.000 à 10.000 t/j.

Rôle de recherche et mise au point d'Instituts spécialisés pour la mécanisation ; exemples de machines : pour le creusement de galeries : PK 2 m et PK 3 ; pour le havage : les appareils combinés Donbass (en particulier Donbass 2), K 26 (mines d'antracite) ; pas encore de rabots car le charbon est

trop durs. Etauçons hydrauliques GS rappelant les Dowty ; piles OK Ou ; soutènement marchant M.P.K.

Le carreau tend à être normalisé ; problème des terrils, dû à la remontée des pierres car généralement on foudroie et ne remblaie pas. L'électricité est achetée à des réseaux. La préparation et la cokéfaction sont concentrées. Quelques découvertes.

Rappel de la gazéification souterraine et de l'exploitation par l'eau.

Questions économiques ; rendements. Salaires : primes pour exécution des normes et primes supplémentaires pour leur dépassement.

Bibliographie : 6 références.

(Résumé Cerchar, Paris).

IND. ◊ 31

Fiche n° 29.035

**P. VAN DER REST.** Réalisations et perspectives de l'industrie belge. — *Revue de la Soc. royale belge des Ingénieurs et des Industriels*, 1961, janvier, p. 18/29.

Evolution générale de notre industrie depuis la fin de la guerre. La révolution salariale a modifié les conditions d'activité des entreprises : hausse du charbon, plus cher en Belgique qu'ailleurs ; situation démographique peu favorable. Cependant, l'expansion de notre industrie est comparable à celle des pays voisins et notre niveau de vie est le plus élevé. Il y a toutefois actuellement tendance à la baisse sur ce dernier point et il y a lieu de sauvegarder notre avenir en réalisant les conditions suivantes : parallélisme dans l'évolution des salaires et de la productivité - baisse du coût de l'énergie - préparation active du marché commun. Cette évolution générale restera d'ailleurs influencée par le facteur démographique.

IND. ◊ 32

Fiche n° 29.103

**LAGANDRE.** Aspects sociaux de la politique de l'énergie. — *Annales des Mines de France*, 1961, février, p. 29/52.

Contrairement à ce que certains pensent, les travailleurs ne s'opposent pas systématiquement à toute modification. Les manifestations les plus spectaculaires sont orchestrées par des personnes atteintes par les fermetures de charbonnages mais extérieurement à la profession (commerçants, professions libérales). La recherche d'un optimum vraiment satisfaisant implique que l'on tienne compte des conséquences sociales et qu'on y mette le temps nécessaire pour les adaptations. Inventaire des effectifs dans les branches des diverses sources d'énergie. L'importation charbonnière et les effectifs, décroissant depuis 1946, des Charbonnages de France : passés de 354.420 en 1947 à 236.070 en 1959. Conséquences pour ceux qui restent : cotisations de prévoyance plus élevées, situation précaire des caisses, difficultés du recrutement. Répercussions sur d'au-

tres industries, spécialement les transports. Remarques sur les modifications et les adaptations nécessaires - suppression du maximum des contraintes qui s'opposent à la réalisation de l'optimum.

Éléments pour une politique de l'énergie : nécessité de vérité, préparation à long terme, adaptation à court terme.

Abandonnant sa position d'avocat du diable, le Pr. Allais abonde dans le sens du conférencier.

## R. RECHERCHES - DOCUMENTATION.

IND. R 6

Fiche n° 28.912

P. SALMON. La normalisation en face du progrès technique en France et dans le monde. — *Ingénieurs civils de France*, 1961, février, p. 12/18.

La normalisation a pour but essentiel, en matière industrielle, de préciser et de clarifier tous les éléments permettant de réaliser des fabrications conformes aux desiderata des usagers et aux possibilités des producteurs.

L'auteur évoque, sous le signe de la normalisation, les différents domaines où s'exerce l'activité des ingénieurs intéressés.

Mécanique dimensionnelle et nombres normaux, métrologie et filetage, définitions métallurgiques et propriétés spécifiques : fragilité, dureté, soudabilité... ; construction immobilière et modulation, construction automobile, aéronautique, électricité, électronique évoluent rapidement et se prêtent mal à la normalisation.

Le problème de la normalisation internationale se bute au départ sur l'unité de longueur : le mètre sur le continent, le pouce dans les pays anglo-saxons. Quant à la longueur du mètre, une petite révolution vient de se produire ; on passe des étalons à traits à la mesure par des radiations pures, le choix s'est porté sur l'isotope Krypton 86. La nouvelle définition du mètre fait intervenir, non seulement la radiation, mais aussi la notion de niveau d'énergie de l'atome ; on utilise la radiation correspondant à la transition entre les niveaux de  $210 - 5 d 5$  de l'atome du Krypton 86 et égal à 1.650.763,73 fois la longueur d'onde dans le vide de cette radiation. La précision du mètre est ainsi portée de environ 0,1  $\mu$  à 0,01  $\mu$ .

IND. R 122

Fiche n° 28.915

R. LOISON et P. FOCH. Rapport sur l'activité de la station expérimentale de Marienau en 1959. — *Revue de l'Industrie Minérale*, 1961, janvier, p. 1/28, 13 fig. - *Charbonnages de France, Note technique* 2/60.

Les travaux de la station de Marienau concernent : 1) la technique du four à coke - 2) les techniques de fluidisation.

1. Techniques du four à coke : jusqu'ici on s'était limité à l'étude des facteurs de qualité du coke. Actuellement, on aborde les autres aspects de la fabrication : poussée sur les piedroits, capacité de production, consommation en gaz pour le chauffage ; ces points seront précisés les années suivantes. Cette année, plus de 50 % de l'activité ont concerné les problèmes particuliers des cokeries : modifications de composition des pâtes ou amélioration et contrôle des conditions de chauffage. Pour le surplus, quelques études générales dont l'enfournement de pâtes à coke préchauffées.

2. Techniques de fluidisation - objet principal : fabrication de semi-coke ou poussier amaigrissants de pâte à coke ou combustible pour l'agglomération du minerai de fer ; autres problèmes : oxydation et préchauffage du charbon, séchage de matériaux pulvérulents.

Résultats acquis en 1959 : enfournement en sec - enfournement à chaud - conditions thermiques de cokéfaction - granulométrie des charbons - poussées sur les piedroits - bilan matière de carbonisation - fluidisation : mise au point d'une unité pilote.

IND. R 123

Fiche n° 28.844

NATIONAL COAL BOARD. Research in the coal industry. *La recherche dans l'industrie charbonnière*. — *Colliery Guardian*, 1961, 26 janvier, p. 127/132, 3 fig. et 2 février, p. 158/162, 3 fig. - *Iron and Coal T.R.*, 1961, 27 janvier, p. 191/194, 4 fig.

† Exposé des recherches entreprises dans l'établissement d'Isleworth du NCB. Elles concernent principalement :

Expériences intéressant l'abatage par rabots : rabotabilité des couches mesurée par un rabot pourvu d'instruments ad hoc.

Pénétrromètre composé d'une tige d'acier poussée dans la couche au moyen d'un léger vérin.

Pics ou couteaux de haveuses, étude des formes donnant le meilleur rendement.

Exploration des allures des couches de charbon par des techniques nucléaires, rayons gamma. L'appareillage a été essayé en conjonction avec un mineur continu Midget monté sur patins et poussé par vérins hydrauliques ; les indications fournies par l'appareil d'auscultation par rayons gamma permettent de diriger à distance la marche de la machine de manière à éviter qu'elle attaque les éponges.

Instruments de contrôle du toit et de mesure des charges subies par le soutènement et par les bancs de roches : cellules dynamométriques ou hydrauliques ; jauge sonique pour mesurer les tensions à l'intérieur du béton.

Commande et contrôle à distance des unités de soutènement marchant : des essais utilisant des mécanismes hydrauliques ont été entrepris.

Au charbonnage d'Elesecar, on a installé un système de soutènement marchant de la voie de roulage au pied de la taille, endroit particulièrement encombré et dangereux où se concentrent le bosseyement, le dégagement de la taille, la niche de départ de la machine.

L'ensemble comprend plusieurs étançons marchants assemblés entre eux par une plate-forme sur laquelle est montée l'extrémité motrice du convoyeur.

On signale ses recherches effectuées par le N.C.B. sur la métallurgie des éléments du soutènement métallique : déterminations des meilleures qualités d'acier pour cet usage ; spécifications à adopter. Dans un autre domaine, les prises d'échantillons pour analyse de l'air poussiéreux et grisouteux, ont été facilitées par le méthanomètre à la

flamme de butane où à la chaleur de la flamme, dans une sorte de lampe Davy, est mesurée par un thermocouple et enregistrée, le degré de chaleur étant en relation connue avec le pourcentage de grisou de l'air. Un autre instrument nouveau est le précipitateur thermique de poussière respirable captant les poussières au cours de la durée d'un poste de 8 h. Un méthanomètre acoustique a été conçu spécialement pour localiser les fuites dans les installations de captage du grisou. Des perfectionnements ont été apportés aux méthodes de communication dans les chantiers souterrains par le téléphone type 907 étudié par le Mining Research Establishment ; il permet la mise à l'arrêt éventuellement nécessaire des engins de mécanisation, convoyeurs, etc., la vérification de la situation ouverte ou fermée de leurs enclenchements. Des recherches nombreuses du MRE ont enfin porté sur les méthodes rendant le matériel minier intrinsèquement de sécurité, et anti-déflagrant.

# 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.

INCANDESCENCE - FLUORESCENCE

## ECLAIRAGE PUBLIC ET INDUSTRIEL

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

VAPEUR DE MERCURE - SODIUM

# BERRY

## VENTILATEURS

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

## Locomotives DIESEL

de 15 à 200 ch

## Épuration Pneumatique

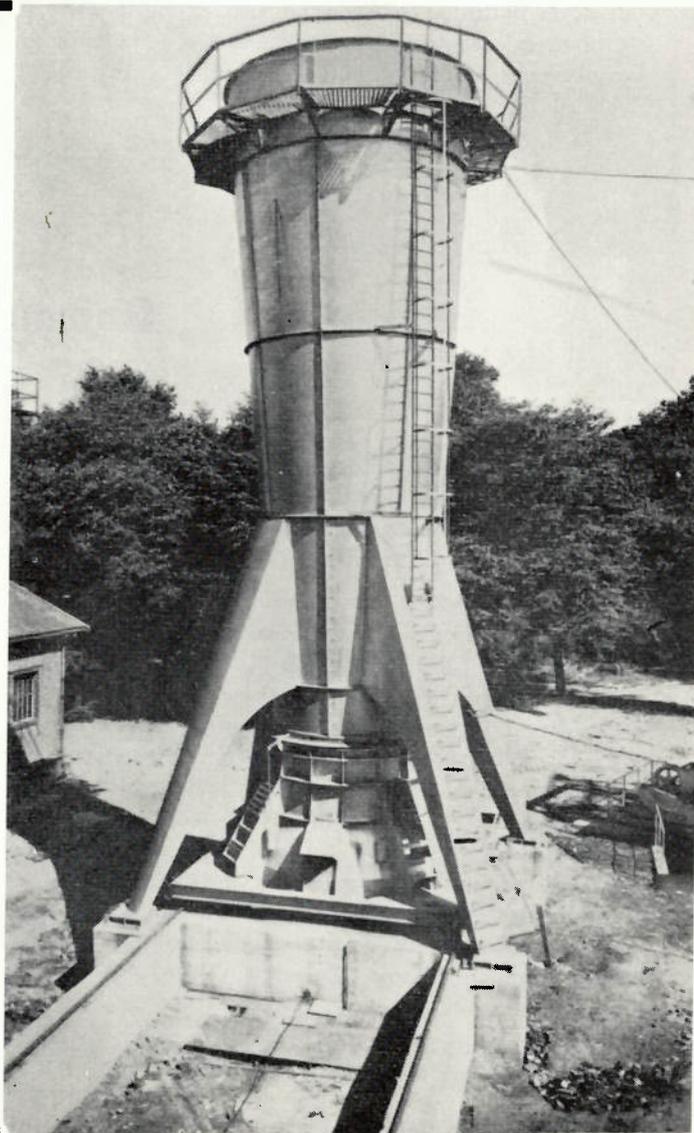
des Minerais, Produits de la Pierre,  
et Charbons

## Établissements BERRY

77, rue de Mérode

BRUXELLES 6 - Tél. 37.16.22

Ventilateur de mine à axe vertical : le groupe moteur-ventilateur  
peut être remplacé par sa réserve en 7 minutes (Auchel)



## Bibliographie

---

### ANNALES DES MINES DE FRANCE

Juin 1961.

M. J. Michard analyse les principaux facteurs de l'évolution de la technique du haut fourneau : la préparation de la charge et l'agglomération ; l'emploi de hautes températures de vent ; l'utilisation de la compression. En conclusion, il étudie les conséquences de cette évolution sur le plan énergétique en général.

M. le professeur Allais traite des aspects essentiels de la politique de l'énergie. Cet exposé constitue la première partie de sa conclusion à la suite des dix conférences prononcées dans le cadre du Cycle de l'Énergie.

Après un rappel de quelques notions de base sur la radioactivité et des unités employées, M. J. Pradel examine les problèmes de sécurité particuliers aux mines d'uranium en décrivant les méthodes de contrôle en vigueur dans les mines françaises.

### Chroniques et divers

- Statistiques mensuelles des productions minière et énergétique.
- Métaux, minerais et substances diverses.
- Technique et sécurité minières.
- Bibliographie.
- Données économiques diverses.

---

## Communiqué

---

### NINTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMBUSTION

Cornell University, Ithaca (U.S.A.)  
27-31 août 1962

Le neuvième symposium international sur la combustion, organisé par le Combustion Institute comportera deux « Discussions », trois « Colloques » et des présentations de communications.

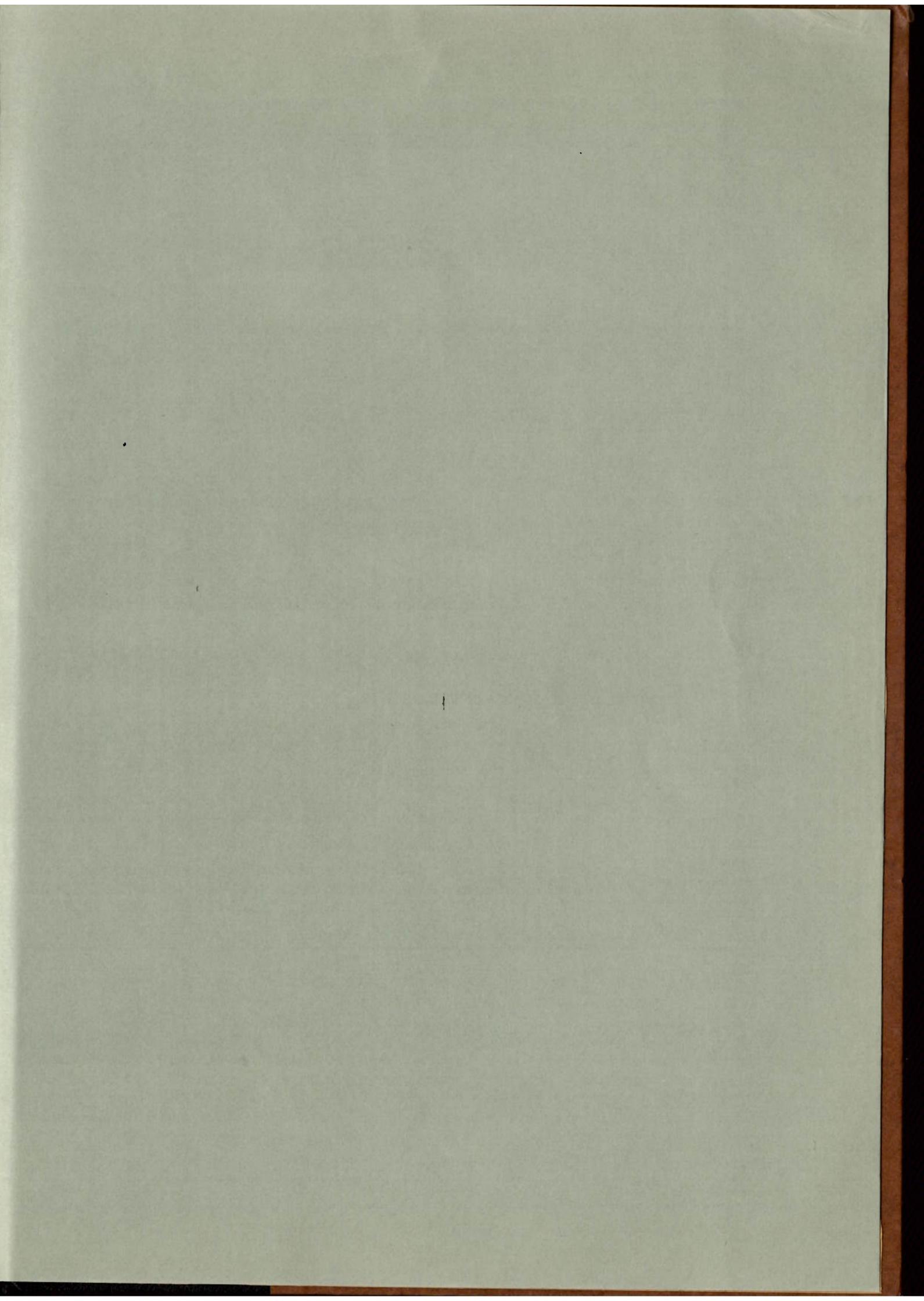
Les discussions et les colloques ont comme but de permettre l'échange d'informations dans des domaines bien précisés, pour lesquels il est désirable de fournir une revue d'ensemble des connaissances actuelles, tant théoriques qu'expérimentales.

Les discussions porteront sur les processus fondamentaux des flammes et sur les détonations, tandis que les colloques auront trait aux techniques d'invention (moteurs, fours, foyers), aux réactions chi-

miques et changements de phase dans les écoulements supersoniques, aux recherches sur les moteurs à combustion à effet réciproque.

Quant aux communications, elles pourront traiter de tous les sujets se rapportant à la combustion. Ces communications (4.000 mots au plus) devront être adressées avant le 1<sup>er</sup> mai 1962, au Combustion Institute, 936-B, Union Trust Building, Pittsburgh 19, Pennsylvania (U.S.A.) et être précédées de l'envoi d'un résumé de 800 à 1.000 mots, à la même adresse avant le 1<sup>er</sup> février 1962.

Les personnes que ce symposium est susceptible d'intéresser peuvent s'adresser au Dr. Louis Deffet, Membre du Combustion Institute Committee, c/o Centre de Recherches pour l'Industrie des Produits Explosifs, Val du Bois, Sterrebeek (Brabant), qui leur fournira tous les renseignements désirables.





*Machine d'extraction ASEA, système Léonard, à poulie Koepe, 4 câbles et 2 cages, en service aux Charbonnages de l'Espérance et Bonne Fortune, Siège Espérance à Montegnée-lez-Liège.*

*Puissance du moteur du treuil : 900 CV, vitesse d'extraction : 12 m/s, profondeur d'extraction : 700 m (ultérieurement 850 m), diamètre de la poulie Koepe : 1800 mm.*

# TREUILS DE MINE

## *multicâbles*

# A POULIE KOEPE

La tendance générale, dans les exploitations minières, d'accroître l'importance des installations et de descendre à des profondeurs de plus en plus grandes a nécessité une modification profonde de la conception des treuils de mine.

Dans ce domaine, la Société ASEA, a accompli un travail de pionnier et a été la première à introduire le système multicâbles p. ex. en Suède, en Finlande, en Belgique, en Grande-Bretagne, aux USA, au Canada, en Afrique du Sud et aux Philippines. Le succès obtenu sur le marché suédois par les treuils multicâbles à poulie Koepe et à commande automatique de construction ASEA a entraîné un développement analogue dans d'autres pays. Actuellement 123 treuils de mine de ce type ont été installés ou sont en construction. Ils sont commandés soit par moteur asynchrone soit par système Léonard.

Les treuils les plus puissants sont prévus pour 6000 CV.

## Avantages

Sécurité plus grande

Manœuvre plus simple

Usure réduite des câbles

Usure réduite des guides

Consommation réduite d'énergie

A-coups de courant réduits

Faible encombrement

Frais d'établissements réduits

**ASEA**  
BRUXELLES I

ASEA