ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE

ANNEE 1947 - 48

ANNALEN DER MIJNEN
VAN BELGIE

JAAR 1947 - 48

P 1273
35364

MINISTERE DU COMBUSTIBLE ET DE L'ENERGIE

ADMINISTRATION DES MINES

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

ANNÉE 1947-48

TOME XLVII
1e LIVRAISON

MINISTERIE VAN ENERGIE EN BRANDSTOF

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

JAAR 1947-48

BOEKDEEL XLVII
1e AFLEVERING

P 1273
35364

BRUXELLES — BRUSSEL
EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
Robert LOUIS
37-39, rue Borrens straat

1948

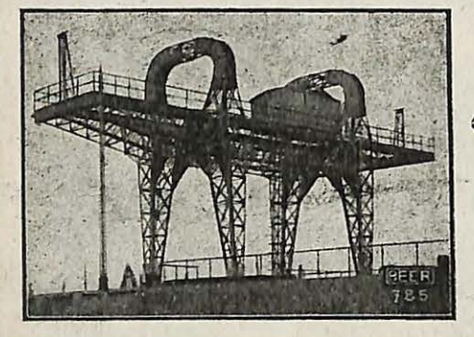
ATELIERS DE CONSTRUCTION

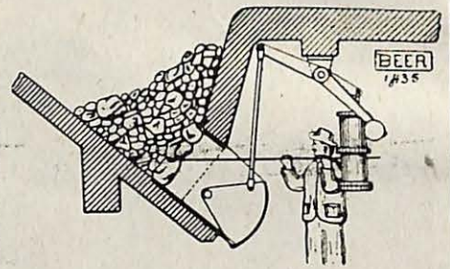
MAISON BEER, S. A.

JEMEPPE-LEZ-LIEGE

CONCASSEUR A MACHOIRES

PRINCIPALES SPECIALITES : Transports aériens. - Bennes automotrices. - Trainages mécaniques. - Mises à terril. - Grues à vapeur et électriques. - Ponts roulants et élévateurs - Triages et lavages de charbons. - Fabriques d'agglomérés. - Concasseurs et broyeurs. - Appareils de déchargement. - Convoyeurs et transporteurs. - Ventilateurs de mines.





Demandez l'avis des charbonnages belges qui utilisent les

Sels Wolman

pour l'imprégnation de leurs boisages

ETABLISSEMENTS P. MASCART, 20, RUE DE SPA - LIEGE

Plus de 40 années d'expérience dans le domaine exclusif de la protection du bois.

PONTS PORTIQUES

A.C.M.T.

ATELIERS DE CONSTRUCTION MECANIQUE DE TIRLEMONT

Anciennement Ateliers J. J. Gilain

TELEGRAMMES : GILAIN - TIRLEMONT — TELEPHONE : 12

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

COMITE DIRECTEUR

MM. Meyers, André, Directeur Général des Mines à Bruxelles, Président.
Guérin, Maurice, Inspecteur Général des Mines à Bruxelles, Vice-Président.
Paques, Georges, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines, à Bruxelles, Secrétaire.
Van Kerckhoven, Henri, Ingénieur des Mines, à Hasselt, Secrétaire.
Banneux, J., Inspecteur Général des Mines, ff., à Bruxelles, Secrétaire-Adjoint.
Anciaux, Hector, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
Hardy, Louis, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines, à Charleroi.
Fripiat, Joseph, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines, Directeur de l'Institut National des Mines, à Pâturages.
Gerard, Paul, Ingénieur principal des Mines, à Hasselt.
Delmer, Alexandre, Secrétaire Général honoraire, Professeur à l'Université de Liége, à Bruxelles.
Demeure de Lespaul, Charles, Ingénieur principal des Mines en disponibilité, Professeur à l'Université de Louvain, à Sirault.
Denoel, Lucien, Inspecteur Général honoraire des Mines, Professeur d'université émérite, à Liége.
Fourmarier, Paul, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines en disponibilité, Professeur à l'Université de Liége, à Liége.
Halleux, Armand, Ingénieur en Chef-Directeur honoraire des Mines, Professeur d'université, à Bruxelles.
Legrand, Louis, Inspecteur Général honoraire des Mines, Professeur d'université émérite, à Liége.
Renier, Armand, Ingénieur en Chef-Directeur honoraire des Mines, Professeur à l'Université de Liége, à Bruxelles.

La collaboration aux *Annales des Mines de Belgique* est accessible à toutes les personnes compétentes.

Les mémoires ne peuvent être insérés qu'après approbation du Comité Directeur.

Les mémoires doivent être inédits.

Les *Annales* paraissent en 4 livraisons respectivement dans le courant des premier, deuxième, troisième et quatrième trimestres de chaque année.

Pour tout ce qui regarde les abonnements, les annonces et l'administration en général, s'adresser à l'Editeur, Imprimerie Robert LOUIS, 37-39, rue Borrens, à Ixelles-Bruxelles.

Pour tout ce qui concerne la rédaction, s'adresser au Secrétariat du Comité Directeur, rue de la Loi, 70, à Bruxelles.

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

BESTUURSCOMITE

HH. MEYERS, André, Directeur Generaal van het Mijnwezen, te Brussel, Voorzitter.

GUÉRIN, Maurice, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel, Ondervoorzitter.

PAQUES, Georges, Hoofd'ngenieur-Directeur der Mijnen, te Brussel, Secretaris,

VAN KERCKHOVEN, Henri, Mijningenieur, te Hasselt, Secretaris.

BANNEUX, J., Inspecteur Generaal der Mijnen dd., te Brussel, Adjunkt-Secretaris.

ANCIAUX, Hector, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.

HARDY, Louis, Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, te Charleroi.

FRIPIAT, Joseph, Hoofdingen'eur Directeur der Mijnen, Directeur van het Mijninstituut te Paturages.

GÉRARD, Paul, E. A. Mijningenieur, te Hasselt.

DELMER, Alexandre. Eere Secretaris Generaal, Professor aan de Universiteit van Luik, te Brussel.

DEMEURE, Charles, E. A. Mijningen'eur in disponibiliteit, Professor aan de Universiteit van Leuven, te Sirault.

DENOEL, Lucien, Eere Inspecteur Generaal der Mijnen, Rustend Universiteitsprofessor, te Luik.

FOURMARIER, Paul, Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, in disponibiliteit, Professor aan de Universiteit van Luik, te Luik.

HALLEUX, Armand, Eere Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, Eere Universiteitsprofessor, te Brussel.

LEGRAND, Louis, Eere Inspecteur Generaal der Mijnen, Rustend Universiteitsprofessor, te Luik.

RENIER, Armand, Eere Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen, Professor aan de Universiteit van Luik, te Brussel.

De medewerking aan de *Annalen der Mijnen van België* staat open voor alle bevoegde personen.

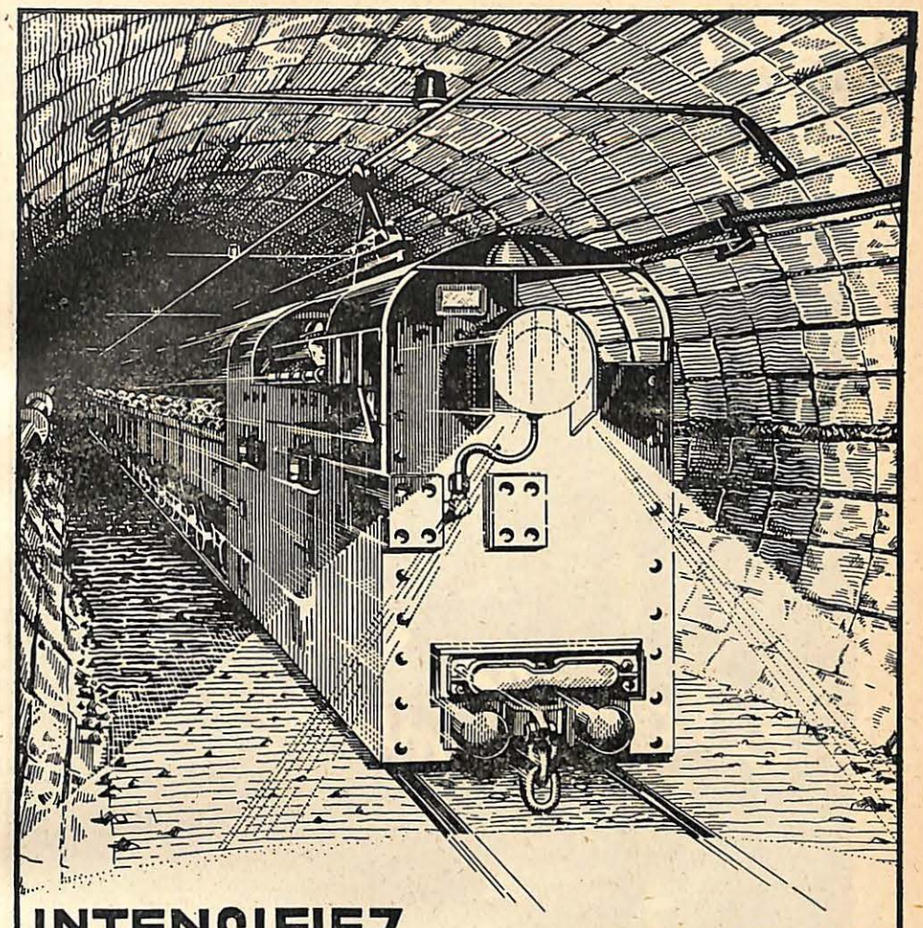
De memories kunnen slechts ingelascht worden na goedkeuring door het Bestuurcomité.

De memories moeten onuitgegeven zijn.

De Annalen verschijnen in vier afleveringen, respectievelijk in den loop van den eersten, tweeden, derden en vierden trimester van ieder jaar.

Voor al wat de abonnementen, de aankondigingen en de administratie aangaat, zich wenden tot den uitgever : DRUKKERIJ ROBERT LOUIS, Borrensstraat, 37-39, te Elsene-Brussel.

Voor hetgeen de redactie betreft, wende men zich tot het Secretariaat van het Bestuurcomité. Wetstraat, 70, te Brussel.



INTENSIFIEZ votre EXTRACTION

La locomotive électrique à prise de courant extérieure est la solution rationnelle de la traction souterraine dans les grandes galeries.

AVANTAGES :
1) Source d'alimentation inépuisable l'électricité.
2) Utilisation du charbon, combustible national.
3) Grande puissance, faible encombrement.
4) Couples maxima, démarrages rapides.
5) Vitesse moyenne élevée.
6) Suppression de la boite de vitesse ; conduite aisée.
7) Elimination des gaz toxiques.
8) Entretien réduit et facile.
9) Amortissement à long terme.
10) PRIX PAR TONNE-KM LE PLUS REDUIT.

Nos services techniques sont à votre disposition, consultez-nous.

CHARLEROI CAEC

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI

Studio Simar-Stevens

Moteurs MOËS

Société Anonyme

1905 WAREMME 1945

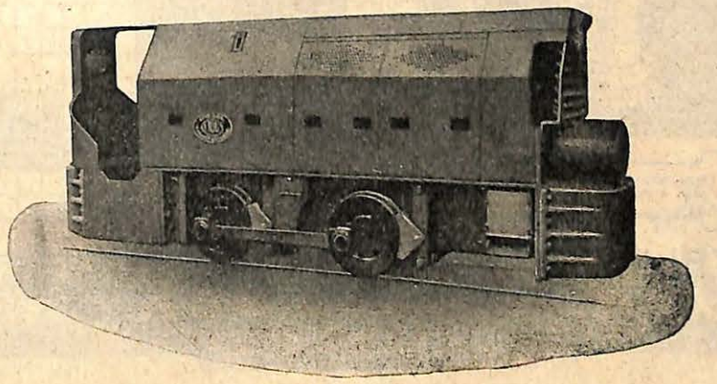
Locomotives DIESEL

TYPES DE MINE
ET DE SURFACE

pour toutes voies étroites et normales

5 TYPES DE LOCOMOTIVES DE MINES :

Modèle DLM 1	14/15 CV.	Modèle DLM 3	42/45 CV.
Modèle DLM 2	28/30 CV.	Modèle DLM 4	56/60 CV.
		Modèle DLM 6	85/90 CV.



Documentation complète et références sur demande

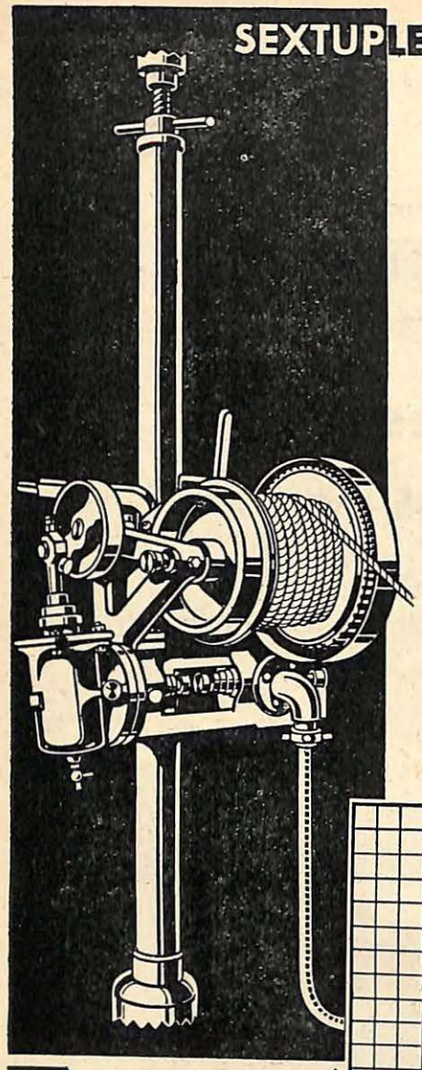
Machines agréées par l'Institut National des Mines

SEXTUPLEZ VOTRE RENDEMENT DE TRAINAGE

par l'emploi du

TREUIL JAMF

fonctionnant à air comprimé et à vapeur



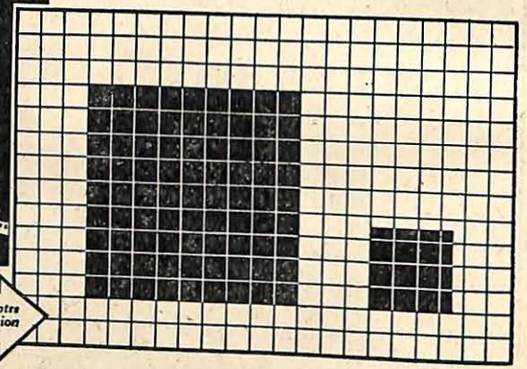
La supériorité du treuil JAMF réside dans l'équilibrage parfait des masses en mouvement et, en particulier, dans le fait que le centre des organes participant à l'oscillation se trouve dans l'axe d'oscillation des cylindres.

Les diverses réactions des masses s'équilibrent, ce qui soustrait l'ensemble de la colonne et du bâti aux effets néfastes de la torsion et du fouettage.

Il est ainsi possible au treuil JAMF de travailler à grande vitesse et, partant, d'atteindre un rendement très élevé, d'autant plus que les résistances passives ont été, lors de la construction, réduites à l'extrême.

Dans les mines, le treuil JAMF remplacera avantageusement la traction chevaline, surtout si l'on considère qu'il est rigoureusement indéréglable et que ses frais d'entretien sont des plus minimes.

Suppression radicale des bielles, crossettes, soupapes, tiroirs, tringles, etc., etc.



Comparaison de production journalière entre un poste à treuil JAMF et un poste à traction chevaline.

ATELIERS **J & A. MOUSSIAUX** FONDERIES & *Frères*

HUY-BELGIQUE

à allure froide.

Nous construisons tous les genres de treuils pour les charbonnages et carrières. — Palans électriques **JAMF** monobloc les plus perfectionnés et les plus recherchés. — Gazogènes modernes

SUMMA LABORE SUMMO

OUGREE-MARIHAYE

vous offre quelques-unes de ses

SPECIALITES

CIMENTS à hautes résistances. - **FIL MACHINE** de toutes dimensions.
FEUILLARDS et **BANDES A TUBES**
TOLES GALVANISEES planes et ondulées.

MONOPOLE DE VENTE :

Société Commerciale d'Ougrée, A OUGREE

Téléphone : Liége 308.30 Adresse télégr. : Marigrée-Ougrée

Ateliers de Constructions Mécaniques

ARMAND COLINET

Société Anonyme LE RŒULX

Tél. : La Louvière 697 - Rœulx 63 Télégr. : Colcroix-Rœulx

USINES A HOUDENG ET A RŒULX

MARTEAUX PNEUMATIQUES

PIQUEURS - PERFORATEURS

BECHES - - BRISE-BETONS

La

ACCESSOIRES POUR AIR COMPRIME :

Raccords rapides à rotule - Soupapes automatiques - Robinets
Nipples - Busettes - Ecrous - Tuyauteries métalliques complètes.

ETANÇONS METALLIQUES RIGIDES A HAUTEUR REGLABLE.

ROULEAUX A BAIN D'HUILE AUTOGRAISSEURS :
pour transporteurs à courroie.

INSTALLATIONS COMPLETES de BANDES TRANSPORTEUSES

— CEMENTATION - TREMPE - RECTIFICATION —

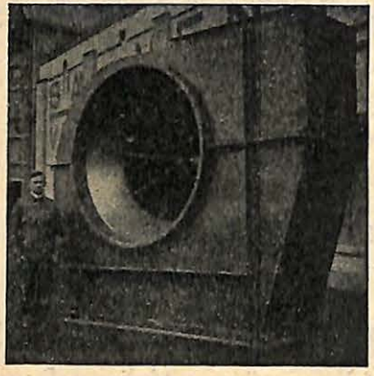
Les Ateliers de Construction

Ventola

S. A.

Tél. 516.19 — GAND

Haut Chemin, 155



VENTILATEURS

POUR TOUTES APPLICATIONS

BATTERIES DE CHAUFFE

AEROTHERMES

TOLERIES

LA MECANIQUE DE PRECISION

TOUS LES ENGRENAGES TAILLES

FOURNITURE DE PIECES EN SERIE

POUR TOUTES LES INDUSTRIES

52, rue de la Villette, Marcinelle-Charleroi

FORAKY

SOCIÉTÉ ANONYME

SIÈGE SOCIAL: 13, PLACE DES BARRICADES, BRUXELLES

SONDAGES

RECHERCHES MINIÈRES_ÉTUDE ET MISE EN VALEUR DE CONCESSIONS.
SONDAGES SOUTERRAINS_SONDAGES DE CONGÉLATION ET DE CIMENTATION.

PUITS DE MINE_TRAVAUX MINIERS

FONÇAGE DE PUITS PAR CONGÉLATION, CIMENTATION, NIVEAU VIDE
TRAVAUX MINIERS: GALERIES, BOUVEAUX, BURQUINS

ATELIERS DE CONSTRUCTION

VENTE ET LOCATION DE MATÉRIEL POUR SONDAGE ET FONÇAGE ET POUR L'EXPLOITATION DES MINES_POMPES ET TREUILS POUR LE SERVICE DU FOND.

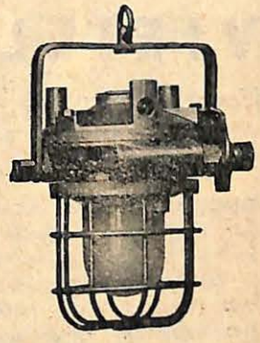
COMPAGNIE AUXILIAIRE DES MINES

SOCIETE ANONYME

26, RUE EGIDE VAN OPHEM

UCCLE - BRUXELLES

Reg. du Comm. de Brux. : n° 580



ECLAIRAGE ELECTRIQUE DES MINES

Lampes portatives de sûreté pour mineurs : Lampes au plomb et alcalines. - Lampes électropneumatiques de sûreté. - Matériel d'éclairage de sûreté en milieu déflagrant.

VENTE — ENTRETIEN A FORFAIT — LOCATION

105.000 LAMPES EN CIRCULATION EN BELGIQUE ET EN FRANCE

Premières installations en marche depuis quarante-huit ans.

Société Anonyme

JEFCO

Anc. Mais. J. François & Cie

29, RUE JOSEPH WETTINCK, 29

JEMEPPE-SUR-MEUSE

TELEPHONE : LIEGE 30018

TUYAUX SOUPLES POUR L'AERAGE
RATIONNEL DES MINES

" DUPONT - VENTUBE "

(Marque déposée)

(AGENCE GENERALE POUR LA BELGIQUE)

ACIERS CREUX TORSADES ET RONDS POUR FLEURETS

LA SOCIETE DES MINES ET FONDERIES DE ZINC DE LA

VIEILLE-MONTAGNE

(Société Anonyme) ANGLEUR (par Chênée)

LIVRE AU COMMERCE :

ZINCUIAL en lingots. Alliage à très haute teneur en zinc électrolytique pour coulage à l'air libre, sous pression et en coquille, ainsi que pour la fabrication des coussinets de machine et pièces de frottement en remplacement du bronze et des métaux antifriction. — **ZINC électrolytique** en lingots, laminé en longues bandes. — **ZINC ordinaire** en lingots (thermique); en feuilles pour toitures et autres usages; en feuilles minces pour emballages; en plaques (pour éviter l'incrustation des chaudières); en plaques et feuilles pour arts graphiques. — ELEMENTS pour piles électriques. — CHEVILLAGE. — FIL — CLOUS en zinc. — BARRES. — BAGUETTES et PROFILES divers en zinc. — TUBES EN ZINC SANS SOUDURE. — **OXYDES de Zinc** en poudre pour usages pharmaceutiques et industriels, en poudre et en pâte pour la peinture. — **POUDRE de Zinc** pour métallisation, etc. — **PLOMB** en lingots, feuilles, tuyaux, fil. — Siphons et coudes en plomb. — **ETAIN**; tuyaux en étain pur; soudure à l'étain, en baguettes et en fil. — **CADMIUM** coulé en lingots, plaques et baguettes; laminé en plaques — fil de cadmium. — **ARGENT. — PRODUITS CHIMIQUES** : Acide sulfurique ordinaire, concentré et oleum. Sulfate de cuivre. Sulfate de thallium. Arséniate de chaux.

TOUTE DOCUMENTATION SUR DEMANDE

ELECTRODES
POUR SOUDURE A L'ARC
OUTILLAGE
POUR SOUDEURS
TRANSFORMATEURS
DE TOUTES PUISSANCES
METAUX D'APPORT
POUR SOUDURE AU CHALUMEAU

ARCOS

LA SOUDURE ELECTRIQUE AUTOGENE, S. A.

58-62, RUE DES DEUX-GARES — TEL. 21.01.65 — BRUXELLES

Ateliers Sainte-Barbe

SOCIETE ANONYME

EYSDEN-SAINTE-BARBE (Belgique)

Tél. : **Mechelen S/M 32** — Adr. télégr. : **A. S. B. Eisden**

CALES SECHES

Ponts et Charpentes — Pylônes

Ossatures pour Bâtiments et Fours — Réservoirs — Tanks

Grosses Tuyauteries — Caissons

MATERIEL POUR :

Chemins de fer — Tramways — **Charbonnages**

Sucreries — Usines à Zinc — Produits Chimiques

Cheminées Métalliques Brevetées
(recommandées contre les gaz corrosifs)

Portes et Portières en tôles soudées à l'arc et au point, et en bois

Wagons et wagonnets de mines

Traversines métalliques

Couloirs oscillants — Bandes transporteuses

Electrofiltres — Appareils Dwight et autres

Tours Gay-Lussac — Chambres de Plomb

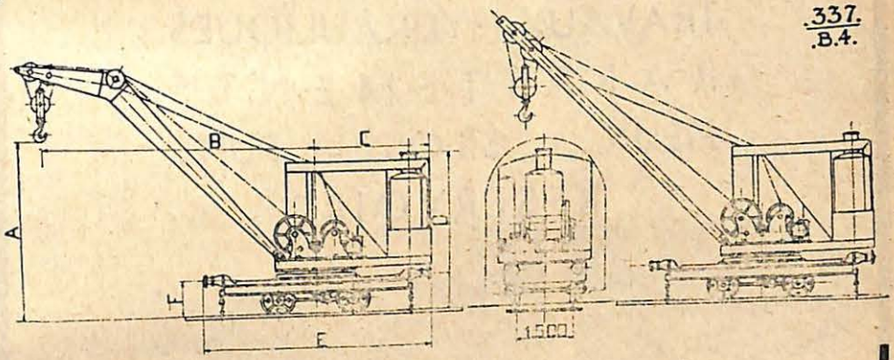
Mécanique et Chaudronnerie de Bouffioulx

Anciennem. LA BIESME

BOUFFIOULX (Belgique)

SES GRUES A VAPEUR

337.
B.4.



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES	Type FN 6 T. à 5 m. Libre sur la voie	Type HN 12 T. à 4 m. Libre sur la voie
Câbles de levage	2 brins	3 brins
Vitesses par minute : levage	18 m 000	12 m 000
» » translation	100 m 000	80 m 000
» » giration	3 tours env.	3 tours env.
Poids sans lest	24000 kgs	30000 kgs
Poids du lest, environ	7500 kgs	8500 kgs
Machine : diam. cylindres	180 mm	200 mm
» : course piston	250 mm	300 mm
Chaudière : timbre	10 kgs	10 kgs
» : surface de chauffe	8 m²	10 m²
Longueur du châssis	6 m 220	6 m 550
Remorque en palier droit	80 T. env.	120 T. env.

Les charges que peuvent lever ces grues pour des portées différentes sont indiquées au client pour chaque cas. Elles dépendent de la longueur de la flèche et de la variation de portée désirées.

Nous construisons aussi les grues à vapeur pour charge de 16 Tonnes et plus.
Nous consulter pour les cas particuliers.

ENTREPRISES
GENERALES
TRAVAUX PUBLICS
ET PRIVES
TRAVAUX HYDRAULIQUES
RABATTEMENTS
PIEUX - SILOS - PUITS
RESERVOIRS

SOCIETE BELGE DES BETONS

37, Boulevard du Régent - BRUXELLES

TELEPHONE : 12.50.40

MINISTERE DU COMBUSTIBLE ET DE L'ENERGIE

ADMINISTRATION DES MINES

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

ANNÉE 1947-48

TOME XLVII
1e LIVRAISON

MINISTERIE VAN ENERGIE EN BRANDSTOF

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

JAAR 1947-48

BOEKDEEL XLVII
1e AFLEVERING

BRUXELLES — BRUSSEL
EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
Robert LOUIS
37-39, rue Borrens straat

1948

RAPPORT

SUR LES

TRAVAUX DE 1945 ET 1946

DE

l'Institut National des Mines

A FRAMERIES-PATURAGES

par

Joseph FRIPIAT,
Ingénieur en Chef des Mines,
Administrateur-Directeur de l'Institut.

SOMMAIRE :

I. Travaux sur les explosifs et les détonateurs.

1. *Vérifications diverses.*

a) Tirs de contrôle des explosifs S. G. P. . . . 5

b) Etude de formules d'explosifs non S. G. P. présentées par les Poudreries Réunies de Belgique 6

c) Etude de deux formules présentées par la Fabrique Suisse d'Explosifs à Dottikon . . . 8

2. *Etude d'accidents dus à l'emploi des explosifs.*

a) Inflammation de grisou du 20 mars 1946, au siège St-Antoine de l'Ouest de Mons . . . 9

b) Accident du 7 mai 1946 au siège Sacré-Français des Charbonnages Réunis de Charleroi . 16

c) Inflammation du 25 novembre 1946 au Siège Boverie des Charbonnages de Marihaye, à Seraing 19

3. *Etude de la gaine de sûreté* 23

4. *Etude des incidents de minage* 29

5. *Composition des gaz émis par les charges tirées au mortier* 31

6. *Etude des détonateurs à temps* 35

a) Rappel des méthodes de vérification . . . 35

b) Etude des détonateurs de la " Dynamit Aktien Gesellschaft „ 37

c) Etude des détonateurs de la firme " Atlas „ . 40

7. *Etude d'un ohmmètre de sûreté* 46

II. Etude d'un accident causé par une lampe à benzine défectueuse 50

III. Eclairage par lampes électriques portatives.
Agréation de six nouvelles lampes 58

IV. Recherches sur l'inflammation du grisou par le filament des lampes électriques portatives.

a) Rappel des recherches antérieures 61

b) Recherches effectuées en 1946 64

V. Recherches sur l'inflammation du gaz tonnant dans les lampes électriques portatives 74

a) Recherches sur l'étanchéité des lampes électriques portatives 75

b) Recherches sur l'inflammation du gaz tonnant par les étincelles d'accumulateur 83

c) Etude des dégagements gazeux dans les lampes alcalines après chargement 89

d) Etude des dégagements gazeux pendant la décharge 100

VI. Recherches sur le matériel électrique antigrisouteux.
Eclairage par fluorescence 106

VII. La lutte contre les poussières.
(au point de vue de l'hygiène) 109

VIII. Appareils électriques et divers examinés en 1946 110

IX. Travaux du laboratoire de chimie 111

X. Laboratoire des recherches scientifiques.
Recherches sur la combustion du méthane . . 112

ANNEXE I.

Etude de cinq masques antipoussières, par L. Brison . . 119

ANNEXE II.

L'inflammation du méthane en milieu ionisé, par M. Vanpée 135

ANNEXE III.

Le dosage de l'humidité dans les explosifs, par G. Nenquin 151

ANNEXE IV.

Liste des appareils électriques et divers agréés en 1946 sur proposition de l'Institut National des Mines 159

INSTITUT NATIONAL DES MINES
A FRAMERIES-PATURAGES

RAPPORT
sur les Travaux de 1946

PAR

J. FRIPIAT,
Ingénieur en Chef des Mines,
Administrateur-Directeur de l'Institut.

I. — TRAVAUX SUR LES EXPLOSIFS ET LES DETONATEURS

1) Vérifications diverses sur les explosifs.

a) Tirs de contrôle des explosifs S. G. P.

Au cours de l'année 1946, nous avons procédé à quarante trois tirs de contrôle au mortier de nos explosifs S. G. P., soit vingt et un en atmosphère grisouteuse et vingt-deux en présence des poussières charbonneuses.

Ces tirs ont porté presqu'entièrement sur des prélèvements effectués dans les dépôts de distribution des charbonnages.

Deux échantillons de Flammivore, trois de Matagnite, trois

de Nitrocooppalite, deux de Sabulite, quatre de Triamite, huit d'Alkalite ont subi cette épreuve.

Aucune inflammation ne s'est produite dans les tirs en grisou.

Le contrôle en atmosphère poussièreuse a donné lieu au contraire à des résultats divers, variables avec la mise en suspension du nuage inflammable. Nous n'avons pas observé d'inflammation lorsque les poussières étaient simplement jetées à la main dans la galerie; par contre, certains explosifs S. G. P. ont enflammé lorsque l'atmosphère était mise au préalable en agitation intense par une cartouche explosant dans un sac de papier renfermant les poussières.

Le second procédé rend donc l'épreuve plus sévère; il rappelle assez fidèlement ce qui se passe dans un tir réel avec détonateurs à temps où les charges explosent dans un nuage poussièreux soulevé par des charges ayant détoné antérieurement.

Les défaillances observées avec certaines formules S. G. P. montrent qu'on ne saurait être trop circonspect dans le choix des explosifs pour le minage en veine avec détonateurs à temps.

b) Etude de formules d'explosifs non S. G. P. présentées par les Poudreries Réunies de Belgique.

A la demande des Poudreries Réunies de Belgique, nous avons étudié cinq explosifs présentant, au point de vue composition, des divergences notables avec les formules admises actuellement en Belgique comme S. G. P.

Les explosifs expérimentés sont indiqués dans le tableau I.

Bien que cette étude ne pût aboutir à l'agréation, elle n'était cependant pas dénuée d'intérêt. Les deux " Sécurit „ rappelaient en effet par leurs teneurs élevées en nitroglycérine et en chlorure sodique, certains explosifs admis comme antigrisouteux à la suite des premières expériences de Frameries.

TABLEAU I.

Composants	Securit A	Securit B	Wetter-Nobelit B	Agesid	Ammon-Cahucite III
Nitroglycérine	40,0	55,0	30,0	41,91	—
Nitrocoton	1,9	1,5	—	—	—
Nitrate ammonique	24,0	25,5	26,5	24,0	80,0
Trinitrototuol	—	—	—	—	18,0
Farine de bois	—	—	0,50	—	2,0
Solution à 50 % de nitrate de calcium	—	—	5,0	—	—
Chlorure sodique	34,1	40,0	40,0	—	—
Chlorure potassique	—	—	—	34,09	—

Les trois autres formules sont des explosifs allemands; la Wetternobelit est un explosif antigrisouteux.

Je résume ci-après les constatations auxquelles ont donné lieu nos recherches en galerie expérimentale.

SECURIT A

En grisou, 9 cartouches n'enflamment pas, quelque soit le mortier utilisé (mortiers de 35 mm. et de 55 mm.).

En poussières (charbon à 30% de M. V.), il y a inflammation par 4 cartouches tirées au mortier de 55 mm. (mortier normal) même quand la mise en suspension est faite à la main.

Dans les mêmes conditions, trois cartouches n'enflamment pas.

SECURIT B

En grisou, la charge-limite au mortier de 55 mm. est de 700 gr.

En présence de poussières dispersées à la main, cette charge limite est de 900 gr. (mortier de 55 mm.) (I).

Lorsque la suspension est provoquée par l'explosion d'une cartouche détonant dans un sac de 3 Kg. de poussières, la charge-limite est de 700 gr. au mortier de 35 mm. et de 600 gr. au mortier de 55 mm.

WETTERNOBELIT B

Charge-limite au mortier de 55 mm. :

900 gr. en grisou;

900 gr. en poussières (mises en suspension par cartouche d'explosif).

AGESID

Enflamme à 300 gr. le grisou et les poussières mises en suspension par une cartouche d'explosif.

AMMONCAHUCITE

Enflamme à 300 gr. le grisou et les poussières mises en suspension par une cartouche d'explosif.

c) Etude de deux formules présentées par la « Fabrique Suisse d'Explosifs à Dottikon ».

La Fabrique suisse d'explosifs à Dottikon nous a demandé d'expérimenter en galerie les deux formules suivantes :

Composants	Wetter Argovit l	Wetter Aldorfit l
Nitroglycérine	29,2	4,00
Nitrate ammonique	29,0	71,00
Trinitrototuol	2,0	—
Dinitrototuol	—	2,00
Farine de bois	—	3,00
Coton à collodion	0,8	—
Chlorure sodique	39,0	20,00

(I) Il ne nous a pas été possible de charger plus de 9 cartouches, le poids d'explosif ne donnant pas l'inflammation pourrait donc être supérieur à 900 gr.

Les tirs en galerie ont donné les résultats suivants :

Wetter Argovit :

en grisou : 600 gr. inflammation;
500 gr. pas inflammation.

en poussières (mise en suspension à la main)
600 gr. pas inflammation.

Wetter Aldorfit :

900 gr. n'enflamment ni le grisou ni les poussières, même dispersées par une cartouche d'explosif.

2) Etude d'accidents dus à l'emploi des explosifs.

Au cours de l'année 1946, l'Administration des Mines nous a demandé d'étudier trois accidents survenus au cours du minage.

a) Inflammation de grisou du 20 mars 1946 au siège Saint-Antoine des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons.

Cette inflammation s'est produite lors d'un tir de dynamite n° III, à front d'un bouveau de 850 m de longueur, en creusement vers le Nord.

Le boutefeu et quatre ouvriers qui, au moment de la mise à feu se trouvaient à l'origine de la ligne de tir soit à 117 m. du front, furent renversés et grièvement brûlés.

Au point de vue des effets calorifiques et mécaniques de l'explosion, l'enquête permit de faire les constatations suivantes :

Des traces de combustion visibles sur le boisage apparaissaient à 19 m. du front et pouvaient être suivies vers l'arrière sur 125 m. de longueur. A l'endroit où se tenait le personnel, un vêtement suspendu au boisage, avait subi une carbonisation partielle.

Un ajusteur occupé dans le bouveau à 170 m. du front

fut renversé par la chasse d'air et de poussière, mais ne fut pas atteint par la flamme.

Les wagonnets se trouvant à proximité du front étaient restés sur les rails, accrochés les uns aux autres et distants de 10 cm. Par contre, à 75 m. en arrière, les deux derniers wagonnets à l'extrémité sud d'une rame étaient l'un déraillé, l'autre renversé.

A 87 m. du front, des lambourdes étaient restées debout, adossées à la paroi.

A 145 m., c'est-à-dire, à la limite extrême sud atteinte par la flamme, le coffre en planches de 15 à 20 mm. d'épaisseur dans lequel le boutefeu mettait sa cartouchière, était complètement disloqué. Au même endroit, on retrouva un chapeau fortement déformé et un morceau du cuir d'un autre chapeau.

La canalisation soufflante d'aérage faite en tôle de 3 mm. d'épaisseur et composée d'éléments de 3 m. de longueur et de 0,60 m. de diamètre, s'arrêtait à 19 m. du front.

Une des buses seulement était avariée, la dixième à partir du front, c'est-à-dire, à 48 m. de celui-ci. Cette buse était ouverte sur 1 m. 50 de longueur suivant la soudure longitudinale dont les bords étaient repliés vers l'extérieur. Cette buse était donc grossièrement aplatie sur la moitié de sa longueur.

Enfin, le ventilateur hélicoïde, type Aerex, placé à 250 m. du front n'avait subi aucune dégradation.

Au moment de l'explosion, il s'était arrêté et de ce fait les fusibles du moteur électrique de commande (moteur de 10 C.V.) avaient sauté.

En résumé, aucune trace de combustion ni de pression n'était visible sur les vingt derniers mètres du creusement; mais la flamme s'était étendue sur 125 m. environ et les effets mécaniques s'étaient manifestés dans la galerie jusqu'à 170 m. au moins du front.

D'après les déclarations du boutefeu, l'absence de grisou avait été constatée immédiatement avant le tir sur une distance de 25 m. à partir des charges. Les derniers terrains recoupés étaient d'ailleurs des bancs de grès sauf cependant un filet charbonneux de quelque millimètres d'épaisseur qui venait d'apparaître au ciel de la galerie.

Après l'accident, on constata à plusieurs reprises, la présence de grisou dans le bouveau.

Une heure après l'explosion, un ingénieur du siège ne put du fait de la présence du gaz inflammable, explorer la galerie au delà d'un point situé à 270 m. du front.

Cinq jours après l'accident, de petites accumulations de grisou furent constatées à 26 m., 32 m., 48 m. et 73 m. du front, la dernière se trouvant à l'endroit où le creusement avait dû être arrêté pendant plusieurs mois à cause d'un soufflard d'un débit approximatif de 200 litres par seconde.

Enfin, le 2 avril, une nappe de gaz fut décelée au ciel de la galerie entre deux points situés respectivement à 46 et 73 m. du front.

Il est intéressant de rapprocher les constatations relatives à l'extension de la flamme, des résultats expérimentaux rapportés par Mr. Burgess dans le Paper 42 (Année 1942) " Firedamp Explosions, The Projection of Flame „ du Safety in Mines Research Board.

Cet expérimentateur détermina la distance maximum parcourue par une flamme de grisou allumée par une étincelle électrique au fond d'une galerie de 109 m. de longueur et 2,25 m. de diamètre.

Nous donnons ci-après quelques résultats de cette étude.

Longueur du gisement grisouteux
8 m 00

Teneur en méthane en %	Extension de la flamme au centre de la galerie, en m.	Rapport extension de la flamme sur longueur du gisement
6,3	18	2,2
7,9	27	3,3
9,1	30	3,7
10,9	36	4,4
11,1	30	3,7

Longueur du gisement grisouteux
16 m 00

Teneur en méthane en %	Extension de la flamme au centre de la galerie, en m.	Rapport extension de la flamme sur longueur du gisement
9,5	54	3,37
9,8	54	3,37
10,7	66	4,1
11,5	48	3,0

L'extension de la flamme dépend de la teneur en méthane; elle peut atteindre 4,4 fois la longueur du gisement grisouteux.

Il convient cependant d'observer que dans ces expériences, le mélange grisouteux occupait toute la section de la galerie expérimentale, ce qui n'est pas toujours réalisé dans une galerie de mine.

L'application au cas présent des expériences anglaises conduirait à un gisement grisouteux s'étendant sur 125 : 4,4 = 28 m. au moins.

Ce chiffre est en effet un minimum, car il correspond à la valeur maximum du rapport entre l'extension de la flamme et la longueur du gisement grisouteux.

Si nous nous reportons maintenant aux constatations faites au cours d'expériences réalisées dans notre bouveau du Bois de Colfontaine *, nous estimons que l'explosion d'un mélange d'air et de grisou occupant sur 28 m. de longueur, une galerie ayant une section utile de plus de 4 m2, doit produire des effets mécaniques bien plus violents et moins localisés que ceux constatés dans le bouveau de l'Ouest de Mons.

Il est probable que lors de l'accident survenu au Charbonnage de l'Ouest de Mons, le mélange inflammable stagnait uniquement au ciel de la galerie, mais sur une longueur relativement importante, ce qui expliquerait le développement considérable atteint par la flamme(125 m.).

En tous cas, l'absence de trace de flamme près du front semblait bien démontrer que la cause de l'inflammation n'était pas le tir d'une charge de dynamite n° III.

Les lampes ayant été mises hors cause immédiatement, il restait la ligne de tir et l'exploseur. Ceux-ci ont été examinés à l'Institut.

(*) Ces expériences réalisées à la demande du Service des Mines du Limbourg hollandais feront l'objet d'une publication ultérieure. Nous nous limiterons à indiquer dès maintenant les effets accompagnant l'explosion d'un mélange grisouteux occupant 15 m. de longueur au fond d'une galerie présentant une section de 4 m² environ et mesurant 68 m. La flamme s'est développée sur 45 m. trois fois la longueur du gisement grisouteux). Un bloc de pierre pesant 200 kgs. a été déplacé de 3 m. Sur les vingt mètres à partir de l'orifice, le soutènement était complètement démoli. La vitesse de la chasse d'air atteignait 300 m. par seconde.

1) *Examen de l'exploseur.*

Cet exploseur est du type A. B. F. G. S. de la firme Schäffler de Vienne (Autriche) et capable de débiter un courant de 1 ampère dans un circuit présentant une résistance ohmique de 330 ohms.

Cet appareil comporte essentiellement une génératrice à courant continu actionnée par un moteur à ressort.

Grâce à un système de cames et de déclics, le rotor ne peut être mis en mouvement que lorsque le ressort est bandé complètement à fond.

Tout le mécanisme est disposé dans une enveloppe métallique antidéflagrante. Cet exploseur a été agréé comme antigrisouteux par la décision n° 13D/5551 du 23 mai 1938.

Nous avons vérifié le fonctionnement du dispositif limitant la durée du passage du courant en faisant débiter l'exploseur dans une résistance métallique de 297 ohms, l'intensité et la durée du débit étant enregistrée à l'oscillographe.

Deux expériences ont donné successivement les résultats suivants :

N° du film	Intensité du courant en ampère	Durée du courant en millisecondes
1666	1,39 à 0,905	32,4
1667	idem	33,5

La durée du débit ne dépasse que très légèrement la valeur maximum admissible (30 ohms). L'appareil est donc en bon état.

2) *Examen de la ligne de tir.*

Abstraction faite des avaries provoquées par la flamme de grisou, la ligne de tir était en très mauvais état; elle était formée en effet d'un grand nombre de tronçons réunis par

des ligatures non isolées. A deux endroits seulement, nous avons trouvé des ligatures protégées par de la toile isolante et il y a tout lieu de croire qu'il en était ainsi au moment du tir.

En tout cas, la toile isolante faisait défaut sur les connexions situées dans des régions de la ligne n'ayant pas été touchées par la flamme.

Il n'est pas douteux que l'inflammation fut provoquée par une étincelle de court-circuit jaillissant entre deux conducteurs non isolés de la ligne de tir.

Cet accident démontre une fois de plus la nécessité des examens périodiques des lignes de tir tels qu'ils ont été préconisés par la circulaire du 3 janvier 1946 de Monsieur le Directeur général des Mines.

Cette circulaire ainsi que les constatations que nous avons faites au cours de nos études sur les accidents dus au minage ont amené le Groupement des Poudres et Explosifs à envisager l'organisation d'un service de surveillance des engins : exploseurs, ohmmètres, lignes utilisées pour le tir dans les charbonnages.

A notre avis, on ne peut qu'encourager cette initiative dont la conséquence certaine sera une réduction des incidents toujours onéreux et parfois meutriers occasionnés par l'emploi des explosifs.

Quant à la constitution des câbles à miner, nous estimons que le type " boutefeu „ couramment employé en Belgique ne présente pas les qualités suffisantes pour servir de ligne de tir à poste fixe. Ce câble est constitué par deux conducteurs torsadés dont l'âme conductrice est un fil de cuivre unique de 0,8 mm. de diamètre.

L'isolement est soit une gaîne de caoutchouc, soit une couche de papier, avec guipage extérieur en coton.

Un simple coup de marteau peu violent sur le câble détruit les deux couches d'isolant et met les conducteurs à nu.

Citons comme bien supérieur, le câble utilisé par la Société d'Etudes et de Rationalisation des travaux miniers. (S. E. R. T. R. A.) et composé de deux conducteurs isolés chacun par une gaine souple en matière synthétique, très résistante aux chocs. Chaque conducteur est formé de 4 fils de cuivre de 0,45 mm. de diamètre, ce qui augmente la souplesse du câble. Les deux gaines sont simplement soudées suivant une génératrice.

b) Accident du 7 mai 1946 au siège Sacré-François des Charbonnages Réunis de Charleroi.

Une inflammation de grisou survenue en pleine taille, aurait eu pour origine le tir d'une cartouche gainée de Matagnite, utilisée pour l'approfondissement d'un brèche ouverte dans le mur de la couche Caillette à l'étage de 860 m.

Nous avons vérifié d'abord le comportement de l'explosif par une série d'essais en galerie expérimentale.

Nous avons fait ainsi les constatations suivantes :

1° — deux cartouches gainées, mises en file et suspendues en pleine atmosphère grisouteuse, teneur en méthane 9,5%.

Pas inflammation.

2° — deux cartouches non gainées, mises en file et suspendues en pleine atmosphère grisouteuse, teneur en méthane 9,75%.

Pas inflammation.

3° — une cartouche non gainée est introduite dans un tube d'acier entaillé suivant une génératrice, d'une rainure de 5 mm. de largeur. La cartouche est comprise entre deux bourrages d'argile de 45 mm. de longueur.

La mise à feu de la cartouche en pleine atmosphère grisouteuse ne provoque pas l'inflammation du grisou. (teneur en méthane : 8 %).

4° — deux cartouches non gainées sont placées sur un bloc d'acier dans une rainure semi-circulaire de 70 mm. de diamètre. L'explosion de la charge disposée donc en pleine atmosphère grisouteuse ne provoque pas l'inflammation. (teneur : 8,75 %).

5° — deux cartouches non gainées sont mises en file dans un mortier de 35 mm. Poussée au fond du mortier, la charge laisse devant elle un vide de 32 cm. dans lequel on répand 50 gr. d'explosif à l'état pulvérulent.

Le tir en présence de grisou (teneur 9%) ne donne pas l'inflammation.

6° — expérience analogne à la précédente, sauf que le vide devant la charge ne mesure que 10 cm. de longueur.

Le tir n'allume pas le mélange air + grisou à 8,75% de méthane.

7° — deux cartouches dégainées sont mises en file et au fond du mortier de de 35 mm.; le vide devant la charge est de 15 cm. de longueur.

A 50 cm. de l'orifice du mortier se trouve une pièce métallique verticale recouverte de 50 gr. d'explosif à l'état pulvérulent.

Le tir n'allume pas le mélange grisouteux à 8,75% de méthane.

En résumé, nous avons donc fait trois essais à l'air libre (n° 1, 2 et 4), un essai rappelant le tir en terrain fissuré (n° 3), et trois essais (n° 5, 6 et 7), réalisés dans des conditions aptes à mettre en évidence l'influence des particules d'explosifs détonant incomplètement.

Certains expérimentateurs (en France et en Allemagne) ont attribué une action déterminante à ces particules qui, ayant échappé à l'influence du détonateur, sont projetées à haute température dans l'atmosphère inflammable.

L'étude de l'explosif nous ayant donné des résultats négatifs, nous avons recherché si l'origine de l'inflammation ne pouvait être une étincelle électrique jaillissant dans le circuit de tir.

L'exploseur, qui était en parfait état, fut mis immédiatement hors cause.

La ligne de tir était du type dit " boutefeu „ et composée de 2 conducteurs en cuivre de 0,9 mm. de diamètre, torsadés, mais isolés chacun par une gaine de caoutchouc recouverte d'un guipage de coton.

Sa longueur était de 10 m. 60 et sa résistance mesurée au pont de 0,72 ohm.

Nous l'avons examinée point par point et noté comme suit les quelques avaries affectant l'isolant et repérées par leur distance comptée à partir d'une des extrémités de la ligne.

a) Extrémité (origine) : les deux conducteurs sont dénudés sur 8 cm. de longueur, puis sur 10 cm., les guipages en coton n'existent plus;
b) à 30 cm., l'un des conducteurs est apparent sur 3 mm. de longueur;
c) à 8 m. 90, les 2 conducteurs sont apparents sur 2 ou 3 mm. de longueur en des endroits se faisant face ou à peu près;
d) de 10 m. 30 à 10 m. 60, guipage avarié;
e) Extrémité. Les conducteurs sont dénudés sur 3 cm. et affectés de sinuosités, ce qui donne à penser que les fils du détonateur ont bien été rattachés à cette extrémité de la ligne.

Nous ne pensons pas que ces avaries puissent avoir été l'origine de l'inflammation.

Dans une ligne défectueuse, les points dangereux sont évidemment les ligatures non isolées, au voisinage desquelles subsistent toujours les extrémités saillantes des conducteurs, favorables aux contacts.

Or dans la ligne de tir examinée, il n'y avait pas de ligature.

Nos recherches étaient terminées, lorsque l'enquête fit constater qu'en réalité, une seconde ligne de tir avait été connectée en dérivation sur la précédente, probablement à l'endroit repéré " 8 m. 90 „ où les deux conducteurs étaient dépourvus d'isolant.

Cette constatation nous amène à croire que lors du tir, il y avait là deux ligatures non isolées, capables de donner une étincelle de court-circuit.

c) Inflammation du 25 novembre 1946 au siège Boverie des Charbonnages de Marihaye à Seraing.

Il s'agit ici d'une explosion locale de poussières allumée dans un chassage en reconnaissance par une charge d'explosif brisant (donc non S. G. P.).

Le gisement poussiéreux n'étant probablement pas assez riche en éléments combustibles, la flamme n'a pas atteint le bouveau principal distant de 48 m. du front de travail.

D'après les constatations faites au cours de l'enquête, trois trous avaient été forés dans le toit de la couche Malgarnie en dressant. Dans chaque trou, on avait placé deux ou trois cartouches d'Alsilite, les trois charges étant amorcées de détonateurs à temps de retard 0,1 et 2.

Après l'accident, on retrouva dans l'un des fourneaux, deux cartouches qui n'avaient pas détoné.

Il est donc à supposer que ce fourneau a été amputé par l'une ou même par les deux autres charges ayant explosé antérieurement. Celles-ci ont donc mis en suspension un nuage de poussières qui aura été allumé ultérieurement par l'explosif détonant à l'air libre.

L'étude de cet accident a comporté les expériences suivantes :

Essais d'aptitude à la détonation de l'Alsilite.

Examen des cartouches retirées des déblais.

Rappelons que l'Alsilite est un explosif brisant non S.G.P. dont les constituants essentiels sont : le nitrate ammoniaque, le trinitrotoluène avec un faible pourcentage d'aluminium.

Pour apprécier l'aptitude à la détonation de l'explosif, nous avons recherché à quelle distance une cartouche amorcée d'un détonateur fait exploser une seconde cartouche non amorcée, l'une et l'autre étant placées sur une plaque de plomb reposant sur un bloc d'acier.

Une première expérience a été exécutée avec les deux cartouches n° 113.399 et 113.400 prélevées au dépôt du charbonnage.

Pour un écart de 2 cm., il y a eu détonation complète de la charge.

Nous avons recommencé la même expérience avec deux cartouches n° 113.357 et 113.358 retrouvées après l'accident dans les bancs fissurés du toit.

Ces deux cartouches paraissaient tout à fait normales, sauf que leur enveloppe paraffinée était recouverte de poussière noire et non grise comme on aurait pu le penser, vu la nature du terrain dans lequel elles avaient été chargées.

L'analyse de cette poussière a décelé une teneur en cendres de 36%, trop faible pour des poussières schisteuses, trop élevée pour des poussières charbonneuses.

Ces cartouches présentaient, comme les précédentes, une aptitude à la détonation très suffisante, car nous avons pu les faire exploser, malgré la présence d'un intervalle de 4 cm. entre les deux cartouches.

Ces résultats favorables montrent que la cartouche amorcée de la mine ratée n'a pas explosé au contact de la charge retrouvée dans le fourneau, mais bien à l'air libre.

Essais d'inflammation des poussières par l'Alsilite.

Les poussières utilisées pour ces essais provenaient de la couche Malgarnie, titrant 22% de matières volatiles et 2,58% de cendres (pourcentages établis à partir du charbon sec).

Essai 1.

Trois cartouches d'Alsilite amorcées d'un détonateur à temps 2 sont chargées en file derrière un bourrage d'argile de 10 cm. dans le mortier de 60 mm. La charge en explosant, disperse 3 kg. de poussières disposées en tas devant l'orifice du mortier.

Une seconde cartouche d'Alsilite suspendue dans la galerie explose une seconde plus tard dans le nuage poussiéreux.

Il n'y a pas inflammation des poussières.

Essai 2.

Identique à l'essai I, sauf que la charge explosant dans le nuage comporte deux cartouches d'Asilite.

Il n'y a pas inflammation des poussières.

Essai 3.

Identique à l'essai 2, sauf que la charge de dispersion est tirée sans bourrage.

Deux cartouches explosent donc dans le nuage soulevé par une charge non bourrée qui a détoné 1 1/2 seconde plus tôt.

Il y a inflammation violente des poussières; la flamme sort de la galerie.

Essai 4.

Identique à l'essai 3 et donnant lieu aux mêmes constatations. En outre, on retrouve des croûtes de coke sur le sol de la galerie, mais pas sur 3 bois placés transversalement dans la galerie.

Essai 5.

Les poussières (3 kg.) sont placées dans un sac de papier avec une cartouche d'Alsilite. Une seconde après l'explosion

du sac, une cartouche d'Alsilite suspendue dans la galerie détone dans le nuage poussièreux.

Il n'y a pas inflammation.

Essai 6.

Même mode de dispersion des poussières que pour l'essai n° 4, mais la charge détonant dans le nuage poussièreux comporte trois cartouches d'Alsilite.

Il y a inflammation violente des poussières; la flamme sort de la galerie.

Essai 7 et 8.

Identiques aux deux précédents en ce qui concerne la dispersion des poussières, mais la charge explosant dans le nuage est de deux cartouches.

Pour chacun des essais, il y a inflammation des poussières avec flamme sortant par l'orifice de la galerie.

En résumé, il y a inflammation des poussières lorsque deux cartouches explosent au sein d'un nuage poussièreux soulevé au préalable soit par trois cartouches tirées au mortier sans bourrage, soit par une cartouche détonant dans un amas de poussières.

Il n'y a pas inflammation lorsque la charge de dispersion (3 cartouches) est tirée au mortier derrière un bourrage d'argile de 10 cm. de longueur.

Pour conclure, on peut dire que la détonation d'une faible charge d'explosif brisant, au sein d'un nuage de poussières charbonneuses à 22% de matières volatiles est capable d'en provoquer l'inflammation.

Cet accident fait ressortir la nécessité de ne confier l'exécution des tirs à temps qu'à des boutefeux expérimentés, capables de doser les charges en rapport avec le travail de fragmentation qu'elles doivent effectuer.

En tout cas, lorsqu'il s'agit de tirs à temps en présence

d'un milieu inflammable, la sécurité d'emploi n'est assurée que moyennant l'emploi d'explosifs S. G. P.

3) Etude de la gaîne de sûreté.

On sait dans quelle mesure la gaine inventée par Em. Lemaire améliore la sécurité du tir.

L'examen des expériences rapportées par l'inventeur dans son mémoire paru en 1914 aux Annales des Mines de Belgique est suggestif à cet égard. (I).

Pour ne citer que les résultats les plus caractéristiques enregistrés au siège d'expériences de Frameries, rappelons que la dynamite gomme n° I tirée au mortier à la charge de 800 gr. n'enflamme ni le grisou, ni les poussières lorsque les cartouches sont pourvues d'un gaine de 100 gr. constituée par un mélange en parties égales de fluorure de calcium et de chlorure de sodium.

Rappelons aussi qu'on obtient le même résultat avec ces deux matières appliquées séparément à raison de 95 gr. par cartouche pour le chlorure et de 100 gr. pour le fluorure, alors qu'une seule cartouche du même explosif tirée sans gaine au mortier donne régulièrement l'inflammation.

La gaine confère donc la sécurité à un explosif puissant qui n'en a aucune : appliquée aux explosifs S. G. P. déjà sûrs par eux-mêmes, elle leur donne une sécurité double et compense ainsi les irrégularités inévitables de fabrication, lesquelles entraînent généralement un affaissement de la charge-limite.

Les résultats encourageants des recherches d'Em. Lemaire ne pouvaient manquer d'avoir leur répercussion sur la police du minage. Aussi dès 1920, la gaine de sûreté était-elle admise à remplacer le bourrage extérieur. Celui-ci, en raison de ses

---

(1) Voir Annales des Mines de Belgique, Tôme XIX, Année 1914, p. 587 et suivantes.

difficultés de réalisation fut alors rapidement délaissé au profit de la gaine dont l'emploi ne fit que s'étendre au cours années 1920 à 1930.

La fabrication en grand des explosifs gainés fit alors apparaître des difficultés qu'on n'avait d'abord pas soupçonnées.

La cartouche était parfois mal centrée dans sa gaine; la matière extinctrice se tassait à l'une des extrémités de la cartouche, découvrait le noyau explosif et se rassemblait dans le fond de l'enveloppe, gènant ainsi la propagation de l'onde explosive dans la charge et occasionnant des ratés de détonation.

Ces inconvénients amenèrent l'Institut National des Mines à entreprendre en collaboration avec les fabricants, une nouvelle étude des explosifs gainés. Divers perfectionnements furent apportés à l'encartouchage et à la confection des enveloppes, mais en outre, il fut reconnu que pour réduire le tassement de la matière gainante, il fallait y incorporer un liant : argile, kaolin ou plâtre.

L'arrêté royal du 14 août 1930 sanctionna ces constatations par les prescriptions suivantes : gaine de 3 mm. d'épaisseur renfermant (pour 100 gr. d'explosif) 65 gr. d'un mélange constitué par 25% d'agglomérant (argile, plâtre, kaolin) et 75% de matières extinctrices, celles-ci étant du fluorure de sodium ou du fluorure de calcium ou un mélange de chlorure de sodium ou de potassium avec 35% au moins de fluorure.

Le fabricant était donc libre de choisir parmi les matières extinctrices préconisées (chlorure ou fluorure), celles convenant le mieux à son explosif et surtout à ses procédés de réalisation de la gaine.

Pour vérifier l'efficacité de la substance choisie, on procédait par tirs en charges suspendues en plein grisou. Les cartouches au nombre de 8 (charge maximum d'emploi, étaient

placées jointivement et liées à une barre métallique de 5 à 6 mm. de diamètre. Les cartouches terminales étaient prolongées par des coiffes de 4 à 5 cm. de longueur de matières gainantes; ce qui se faisait très simplement en collant un cylindre de papier sur l'enveloppe de la cartouche. La charge ainsi réalisée était suspendue dans la chambre d'explosion de notre galerie expérimentale et suivant son axe longitudinal.

La gaine était reconnue efficace, lorsque sur cinq tirs consécutifs, aucun ne donnait l'inflammation du grisou.

Les nombreuses expériences que nous fîmes à cette époque (1930) sous la direction d'Ad. Breyre conduisirent à la reconnaissance de 8 formules différentes de mélange gainant (une pour chaque explosif S. G. P. agréé) dans lesquelles figurait en ordre principal du fluorure de calcium (au moins 50%) avec ou sans addition de chlorure de sodium, le liant étant de l'argile ou du plâtre.

Comme nous l'avons dit précédemment, les charges étaient tirées avec coiffes terminales de matière gainante. Certains explosifs supportèrent néanmoins l'épreuve sans cette sécurité additionnelle, mais les résultats de ces tirs n'étaient guère réguliers. Le même explosif tiré à la charge de 800 gr. sans fonds gainés allumait ou n'allumait pas le grisou suivant l'ancienneté de la fabrication ou la teneur en humidité, ces deux facteurs agissant dans des sens divers.

Il n'en reste pas moins vrai que la présence de matière gainante aux extrémités de la charge tempère la rigueur de l'épreuve en pleine atmosphère grisouteuse et partant de là, on peut se demander si le procédé n'est pas susceptible d'application aux tirs réels.

A notre avis, la réalisation de charges avec fonds gainés entraînerait des complications et nous avons estimé qu'il était préférable de chercher à accroître encore l'efficacité de la gaine, celle-ci ne comportant, comme l'avait prévu l'inventeur,

qu'un anneau de matières extinctrices couvrant le noyau explosif sans déborder sur les fonds. (1).

Pour y arriver, nous avons expérimenté en plus des substances entrant dans les gaines utilisées actuellement, d'autres produits que nous estimions plus efficaces et pour établir une échelle comparative de leur capacité extinctrice, nous les avons employés seuls et non en mélange.

Nous avons, dans certains cas, majoré le poids de matière extinctrice par cartouche, comparativement à celui prescrit par l'arrêté ministériel du 14 août 1930.

Le poids de 65 gr. par cartouche n'est pas suffisant, à notre avis, pour compenser les irrégularités de fabrication et les variations dans le comportement de l'explosif.

Dans le but de découvrir les modifications imputables à l'ancienneté, nous avons pris soin d'espacer dans le temps, les épreuves visant le même échantillon d'explosif.

Enfin, nous avons conservé le mode opératoire décrit précédemment, c'est-à-dire, le tir en plein grisou de cartouches gainées, suspendues en file, avec cette différence que les fonds extrêmes de la charge étaient découverts, c'est-à-dire sans coiffe de matière gainante.

Ces recherches sont loin d'être terminées; nous n'en donnons ci-après que les premiers résultats.

Pour chaque explosif et pour chaque matière expérimentée, nous indiquons au tableau II, les résultats extrêmes, c'est-à-dire, la charge minimum ayant enflammé et la charge maximum n'ayant pas enflammé.

(1) Nous pourrions ajouter aussi comme argument décisif militant en faveur d'une efficacité plus grande de la gaine, l'extension toujours croissante du minage à temps. L'incident classique avec ce procédé est l'amputation d'une des charges par une autre ayant explosé antérieurement, ce qui conduit à la détonation à l'air libre de cartouches protégées uniquement par une gaine annulaire sans intervention de matière extinctrice sur les fonds.

TABLEAU II.

Matière extinctrice	Diamètre de la cartouche gainée en mm.	Poids en gr. de matière extinctrice pour 100 gr. d'explosif	Charge minimum ayant enflammé	Charge maximum n'ayant pas enflammé
		Flammivore V bis		
Feldspath	40	118	400	—
Carbonate de soude	36	60	900	800
Sulfate de potasse	38	100	700	—
Chlorure de sodium	38	85	700	600
Spath fluor (à 97 % de $CaFl_2$)	36	110	900	800
Bicarbonate de soude	36	67	900	800
		Matagnite		
Carbonate de soude	36	55	800	
Sulfate de potasse	36	90	500	
Spath fluor (97 %)	36	112	600	
Bicarbonate de soude	36	77	700	
		Nitrobaelenite III		
Carbonate de soude	36	62	—	900
Sulfate de potasse	36	92	—	700
Spath fluor (97 %)	36	120	800	—
Bicarbonate de soude	36	67	900	800
		Nitrocooppalite		
Carbonate de soude	36	50	—	800
Sulfate de potasse	36	90	—	900
Bicarbonate de soude	36	67	900	800
		Alkalite		
Carbonate de soude	36	45	—	800
Sulfate de potasse	36	87	—	800
Spath fluor (97 %)	36	100	800	—
Bicarbonate de soude	36	70	900	800
		Triamite		
Sulfate de potasse	38	96	700	—
Spath fluor (97 %)	38	100	800	700
Bicarbonate de soude	38	75	—	800

Les substances qui nous intéressent, sont celles qui ont permis le tir à la charge maximum d'emploi (800 gr.) sans inflammation du grisou.

Pour le Flammivore, ce sont le carbonate de soude, le spath-fluor (à 97% de fluorure de calcium) et le bicarbonate de soude; les mêmes substances se sont toutefois montrées inefficaces vis-à-vis de la Matagnite.

Le sulfate de potasse a donné des résultats satisfaisants, uniquement avec la Nitrocooppalite et l'Alkalite.

Le spath-fluor, efficace vis-à-vis du Flammivore ne l'a pas été vis-à-vis de la Matagnite, de la Nitrobaelenite, de la Nitrocooppalite, de l'Alkalite et de la Triamite.

Il semble donc qu'une substance déterminée ne jouit pas d'une action extinctrice constante vis-à-vis de tous les explosifs ou en d'autres termes, que chaque explosif doit recevoir une gaine qui lui est appropriée.

Em. Lemaire avait déjà constaté que telle substance gainante efficace pour la dynamite-gomme l'était moins vis-à-vis d'un autre explosif brisant, tel la Sabulite O.

On constate ce fait bizarre que le chlorure de sodium qui figure dans tous nos explosifs S. G. P. ne possède pas une action extinctrice remarquable en tant que matière gainante.

Le carbonate de soude s'est comporté en extincteur parfait vis-à-vis du Flammivore, de la Nitrobaelenite, de la Nitrocooppalite, de l'Alkalite et pour les mêmes explosifs, le bicarbonate de soude a donné également des résultats satisfaisants.

Il y a là, plus qu'une simple coïncidence; le bicarbonate de soude soumis à un échauffement modéré se décompose en donnant de l'acide carbonique, de la vapeut d'eau et aussi du carbonate de soude, soit

$$2\ Na\ H\ CO_3 = CO_2 + H_2\ O + Na_2\ CO_3$$

Il n'est donc pas étonnant que le bicarbonate et le carbonate agissent parallèlement.

La conclusion ressortant de nos recherches est qu'il est possible de réaliser des gaines qui permettent le tir en plein grisou de la charge maximum d'emploi de plusieurs de nos explosifs S. G. P. sans qu'il y ait inflammation et cela malgré l'absence de fonds gainés aux extrémités de la charge.

Dans le courant de l'année 1947, nous aurons à examiner la mise en pratique de cette conclusion.

4) Etude des incidents de minage.

Dans les rapports sur les exercices 1944 et 1945, nous avons indiqué les expériences que nous avons faites dans le but de déterminer les circonstances favorisant la déflagration des charges explosives.

Attribuant ce phénomène anormal à l'intervention d'une malfaçon dans le chargement, nous avons procédé d'abord à de tirs dont chacun présentait l'un ou l'autre des défauts suivants :

1° — Détonateur sorti de la cartouche-amorce;

2° — Solution de continuité de la charge, le vide étant rempli ou non de poussières stériles ou charbonneuses;

3° — Charges ayant subi une compression exagérée.

Ces essais effectués d'abord au mortier dans notre galerie expérimentale, puis au rocher dans notre galerie du Bois de Colfontaine, ont tous donné des résultats négatifs, c'est-à-dire, que nous avons constaté chaque fois la détonation, soit totale, soit partielle, mais jamais le phénomène intermédiaire : la combustion ralentie de la charge.

En 1946, nous avons continué ces recherches à notre galerie du Bois de Colfontaine, en agissant cette fois tout spécialement sur la composition de la cartouche amorce.

D'une façon générale, nous avons mélangé intimement à

l'explosif des parties égales de charbon broyé et de paraffine finement râpée.

Nous avons utilisé le Flammivore Vbis, explosif S. G. P. renfermant 10% de nitroglycérine.

Pour chaque tir, la charge comportant de 3 à 5 cartouches était introduite dans un trou foré dans le schiste tendre, puis bourrée avec de l'argile humide.

Lorsque le poids de charbon et de paraffine mélangés à l'explosif de la cartouche-amorce atteignent 9,7 gr. (19,4% de matière inerte pour 80,6% d'explosif) cette cartouche se consume sans faire détoner le reste de la charge.

A la mise à feu, on perçoit un bruit sourd et très faible, celui de l'explosion du détonateur. Puis on constate que le bourrage est resté en place. Celui-ci enlevé, on trouve le fourneau légèrement élargi et rempli de fumées blanches, provenant de la décomposition de la cartouche-amorce.

Du fond du trou, on retire les cartouches de composition normale non détonées mais ayant subi une compression telle que leur longueur se trouve réduite à 50% environ de sa valeur initiale.

L'altération de l'explosif dans la cartouche-amorce est certainement hors de proportion avec celle qu'on pourrait observer dans la pratique.

Le résultat de nos recherches méritait cependant d'être relaté, car jamais nous n'avions pu obtenir de combustion dans le cas d'amorçage par détonateur.

Nous en avons fait part aux fabricants d'explosifs; il y a lieu, en effet, de se demander si des intrusions de paraffine ne pourraient se produire dans l'explosif à la faveur d'un défaut d'encartouchage.

Cette étude sera poursuivie pendant l'année 1947 à notre bouveau du Bois de Colfontaine.

5) Composition des gaz émis par les charges tirées au mortier.

Nous avons poursuivi les recherches commencées en 1945 sur la composition des gaz provenant des charges tirées au mortier.

Nous nous sommes limités à l'étude des deux formules suivantes d'Amatol :

	Formule 1	Formule 3
Nitrate ammonique	80	60
Trinitrototuol	20	16
Chlorure de sodium . . .	—	24

Dans le tir au mortier, la formule I enflamme le grisou à la charge de 100 gr., tandis que la formule 3 n'enflamme même pas à 800 gr. La seconde correspond sensiblement au point de vue composition à l'explosif antigrisouteux anglais " Roburite 4 ,,.

Comme nous l'avons déjà indiqué dans notre Rapport sur les travaux de 1945, le gaz est prélevé dans un récipient de 530 cm3, en cuivre rouge, dans lequel on a fait au préalable le vide.

Ce récipient porte un tuyau métallique de 10 mm. de diamètre intérieur sur lequel est fixé par un raccord en caoutchouc, un tube de verre; celui-ci se termine par une pointe qu'on ferme à la flamme du bec Bunsen lors de la mise sous vide du récipient.

L'explosif (200 gr. environ) encartouché dans un tube de verre de 30 mm. de diamètre et amorcé d'un détonateur n° 8 est placé dans un mortier d'acier de 35 mm.

Nous avons, au cours des essais, fait varier l'endroit du

prélèvement, la position de la charge dans le mortier et celle du détonateur.

Les résultats de nos recherches sont reportés dans les tableaux III, IV, V, où nous avons indiqué en molécule-gramme les produits de la décomposition de l'explosif.

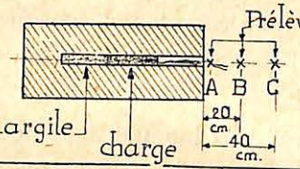
Le tableau III se rapporte à des tirs sans bourrage. Les résultats sont irréguliers, ce qui est dû à l'absence de bourrage. On observera cependant que les teneurs en éléments combustibles CO et H_2 sont maximum lorsque le prélèvement est fait à l'orifice du mortier.

· TABLEAU III ·

TIRS SANS BOURRAGE

DETONATEUR VERS L'ORIFICE

Longueur du vide antérieur : 25 à 30 cm.



	Amatol pur [1]				Amatol à 24% de sel [3]			
	Prélèvement				Prélèvement			
	en A	en B		en C	en A	en B		en C
N° essai	1	2	3	4	5	6	7	8
CO_2	0,471	0,526	0,563	0,512	0,515	0,588	0,551	0,595
H_2O	2,102	2,144	2,182	2,157	2,075	2,179	2,123	2,139
CO	0,117	0,079	0,044	0,091	0,092	0,058	0,081	0,025
CH_4	0,028	0,011	0,009	0,013	0,041	0,003	0,016	0,028
N_2O	0,005	0,006	0,006	0,004	0,004	0,003	0,008	0,006
H_2	0,062	0,054	0,020	0,037	0,049	0,020	0,050	0,010
O_2	0,181	0,123	0,085	0,126	0,156	0,050	0,100	0,078
N_2	1,127	1,126	1,126	1,128	1,121	1,122	1,117	1,119

Les produits de la combustion (CO_2 et H_2O) au contraire, augmentent, en moyenne du moins, lorsqu'on écarte du mortier, le tube captant les gaz de la détonation.

Les réactions ne sont donc pas terminées lorsque les produits de l'explosion s'échappent du mortier et la combustion de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène se poursuit au contact de l'air.

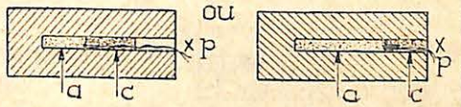
Le tableau IV se rapporte à des tirs effectués sans bourrage, le détonateur se trouvant dans l'extrémité arrière de la charge.

· TABLEAU IV ·

TIRS SANS BOURRAGE

DETONATEUR VERS LE FOND

Prélèvement à l'orifice du mortier



a: argile c: charge p: prélèvement

	Amatol pur [1]		Amatol à 24% de chlorure sodiq. [3]	
	Vide antérieur de 30 cm	Pas de vide antérieur	Vide antérieur de 30 cm	Pas de vide antérieur
N° essai	9	10	11	12
CO_2	0,537	0,537	0,520	0,553
H_2O	2,153	2,152	2,074	2,120
CO	0,063	0,065	0,078	0,071
CH_4	0,016	0,014	0,051	0,025
N_2O	0,004	0,003	0,004	0,002
H_2	0,035	0,040	0,029	0,035
O_2	0,117	0,117	0,160	0,106
N_2	1,128	1,129	1,121	1,118

Si on compare les formules de décomposition des essais 9 à 12 avec celles des essais 1 et 5 figurant au tableau III (pour

tous ces essais, le prélèvement de gaz a été effectué à l'orifice du mortier) on constate une diminution des gaz combustibles CO et H_2 lorsqu'on passe de l'amorçage antérieur à l'amorçage postérieur. (Les teneurs en CO et H_2 du tableau IV sont inférieures, en effet, à celles des essais 1 et 5 du tableau III).

Les réactions de décomposition sont donc plus avancées avec le second mode d'amorçage.

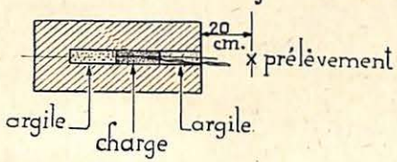
Le tableau V se rapporte à des charges tirées derrière un

· TABLEAU V ·

TIRS AVEC BOURRAGE D'ARGILE

AMORCAGE ANTERIEUR

Prélèvement à 20 cm. de l'orifice du mortier



	Amatol pur [1]			Amatol à 24% de chlorure sodique [3]		
	Longueur du bourrage en cm.					
	13	30	30	10	16	30
N° essai	13	14	15	16	17	18
CO_2	0,558	0,554	0,556	0,555	0,595	0,568
H_2O	2,181	2,149	2,176	2,113	2,146	2,031
CO	0,047	0,043	0,052	0,061	0,034	néant
CH_4	0,011	0,019	0,008	0,032	0,019	0,080
N_2O	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003	0,009
H_2	0,017	0,066	0,028	0,028	0,021	0,014
O_2	0,090	0,113	0,092	0,114	0,071	0,170
N_2	1,129	1,130	1,129	1,121	1,123	1,116

bourrage d'argile. On constate maintenant une dispersion moindre des résultats; la présence du bourrage a donc pour

effet de régulariser les réactions de décomposition de l'explosif, ce qui était à prévoir.

L'avancement des réactions ne paraît pas être influencé par l'accroissement de la longueur du bourrage et abstraction faite de l'essai 18, il reste toujours des éléments combustibles (CO et H_2) dans les gaz de détonation.

En tout cas, il n'y a pas de discordance marquante entre les gaz de détonation des deux formules que nous avons expérimentées; elles sont cependant bien différentes, puisque l'une est un explosif antigrisouteux, alors que l'autre ne l'est pas.

La corrosion accentuée de notre mortier ne nous a pas permis de continuer cette recherche.

6) Etude des détonateurs à temps.

Au cours de l'année 1946, nous avons étudié deux lots de détonateurs à temps présentés par les firmes " Dynamit Aktien Gesellschaft „ (D. A. G.) de Troisdorf (Allemagne) et " Atlas Powder „ de Delaware (Etats-Unis).

a) Rappel des méthodes de vérification.

Pour rappel, nous indiquerons d'abord les vérifications auxquelles nous procédons pour des études de ce genre.

Mesure du temps d'explosion.

Le but de cette mesure est de déterminer le temps s'écoulant entre le lancé du courant et l'explosion du détonateur.

On fait passer dans le détonateur le courant d'une batterie réglé à une valeur déterminée et on enregistre à l'oscillographe la durée du passage du courant : celui-ci cesse avec l'explosion du détonateur.

On soumet à l'épreuve un nombre de détonateurs instantanés, suffisant pour couvrir la dispersion due aux irrégularités de fabrication et on ne retient des temps mesurés, que le minimum T_1.

Mesure de la sensibilité des amorces.

Son but est de déterminer la durée du courant strictement nécessaire pour enflammer l'amorce du détonateur.

Les détonateurs connectés en série par groupe de quatre ou cinq sont insérés dans un circuit de tir comportant notamment une batterie d'accumulateurs et un interrupteur rotatif permettant de limiter à une valeur connue, la durée du courant.

En faisant varier à la fois l'intensité du courant et sa durée de passage, on obtient soit l'allumage de tous les détonateurs insérés dans le circuit, soit l'allumage d'une partie seulement de ces détonateurs, soit le raté de tous les détonateurs.

On enregistre à l'oscillographe les durées et intensités du courant. Pour une intensité déterminée, on ne retient que les essais ayant donné l'explosion de tous les détonateurs introduits dans le circuit et parmi les durées enregistrées on note le maximum soit t_{11}. Celui-ci représente le temps de passage strictement nécessaire pour faire partir les amorces les moins sensibles du lot.

Les deux mesures : temps d'explosion des détonateurs et sensibilité des amorces ont pour objet la vérification de la régularité de mise à feu des détonateurs.

Il n'y a pas de raté d'allumage dans un tir réel, si pour une intensité déterminée, l'amorce la moins sensible reçoit l'énergie nécessaire pour son inflammation avant l'explosion du premier détonateur; en d'autres termes, il faut $t_{11} < T_1$.

Vérification des départs.

Pour un minage régulier, il faut évidemment que les départs des détonateurs s'échelonnent dans le temps d'après la numérotation des retards.

Nous vérifions la régularité des départs en enregistrant les ondes sonores produites par l'explosion des détonateurs. Celles-ci sont captées par un microphone connecté au circuit d'amplification d'un poste de radio. Le courant amplifié est enregistré sur le film de l'oscillographe à côté du courant d'allumage.

Chaque série expérimentée comporte quatre détonateurs de retards différents et un détonateur instantané, l'explosion de ce dernier servant d'origine du temps.

b) Etude des détonateurs de la « Dynamit Aktien Gesellschaft ».

Nous avons d'abord vérifié la régularité de fabrication en mesurant les temps maximum d'inflammation des amorces et les temps minimum d'explosion des détonateurs instantanés.

Les résultats de cette première vérification sont indiqués dans le tableau VI.

TABLEAU VI.

Intensité du courant d'allumage en ampère	Temps d'inflammation des amorces les moins sensibles en millisecondes. t II	Temps minima d'explosion des détonateurs en millisecondes. T I
0,9	1,95	2,10
1,0	1,55	1,85
1,1	1,25	1,60
1,2	0,90	1,35
1,3	0,60	1,10

Pour chaque intensité du courant d'allumage, les temps de la seconde colonne sont inférieurs à ceux de la troisième, condition nécessaire pour l'allumage sans raté des détonateurs appartenant à une même volée.

L'examen de la régularité des retards a donné les résultats indiqués au tableau VII.

TABLEAU VII.

Retard	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temps moyen d'explosion . .	0,50	1,01	1,59	1,98	2,42	2,85	3,37	3,82	4,24	4,74
Nombre d'essais .	5	15	8	10	8	10	8	7	9	9
Ecart maximum avec le temps moyen . . .	0,06	0,15	0,17	0,14	0,20	0,15	0,07	0,09	0,20	0,24
Ecart entre les extrêmes . . .	0,10	0,24	0,25	0,24	0,28	0,28	0,13	0,14	0,32	0,30
Temps minimum d'explosion . .	0,46	0,92	1,42	1,88	2,34	2,72	3,30	3,75	4,12	4,68
Temps maximum d'explosion . .	0,56	1,16	1,65	2,12	2,62	3,00	3,43	3,87	4,44	4,98
Ecart minimum entre les retards consécutifs . .	0,56	0,26	0,23	0,22	0,10	0,30	0,30	0,25	0,21	

L'écart entre les temps moyens d'explosion et les temps théoriques : 0,5 1,0 1,5 ..... 5,00 sec. est maximum pour les détonateurs à retard 9 et 10, soit 0,26 sec.; pour les détos retards 1 à 8, cet écart ne dépasse pas 0,18 sec.

L'écart maximum entre le temps moyen et le temps extrême des détonateurs d'une même série atteint 0,24 seconde pour les détonateurs retard 10; il est donc voisin de la moitié (0,25 sec.) du temps s'écoulant théoriquement entre deux départs consécutifs.

L'écart entre les temps extrêmes de chaque série varie entre 0,1 et 0,32 sec.

Enfin, l'écart minimum, entre les retards consécutifs (différence entre le temps maximum d'explosion d'une série et le temps minimum d'explosion de la série suivante) descend à 0,10 sec. pour les retards 5 et 6.

Nous avons trouvé cet écart absolument trop réduit pour pouvoir admettre dans le même circuit de tir, la présence de la gamme complète des retards.

Rappelons qu'à la suite d'une vérification effectuée en 1942, nous avions, au contraire, admis la possibilité d'utiliser la série complète des détonateurs 1 à 10.

Dans le tableau VIII, nous comparons les chiffres trouvés en 1942 et en 1946.

TABLEAU VIII.

Ecarts	1942	1946
Ecart maximum entre le temps moyen d'explosion et le temps extrême . .	0,15	0,24
Ecart maxima entre les temps extrêmes	0,25	0,32
Ecart minimum entre les retards consécutifs	0,24	0,10

La nouvelle fabrication (1946) est donc moins régulière que la précédente (1942).

c) Etude des détonateurs de la firme « Atlas ».

Bien que nous n'ayons pu proposer l'agréation de ces détonateurs, nous nous étendrons assez longuement à leur sujet à cause d'une particularité de fabrication les différenciant nettement des détonateurs utilisés habituellement en Belgique.

Les détonateurs " Atlas „ renferment, en effet, une poudre relai dont la combustion est accompagnée d'une émission de gaz; dans les détonateurs de la D. A. G., cette poudre étant composée d'un métal et d'un oxyde, la transmission de la flamme dans le tube relai s'opère sans dégagement gazeux.

Les premiers sont logés dans un étui en cuivre pourvu d'évent, les seconds, au contraire, dans un étui complètement clos.

La réalisation des détonateurs Atlas est donc la suivante :

Les conducteurs sont sertis dans l'étui de cuivre par une coulée de soufre à l'orifice et une de bitume à l'intérieur. Ces deux conducteurs sont soudés à des lamelles entre lesquelles est tendu le fil de pont enrobé lui-même par la matière d'amorce.

A la suite de l'amorce (voir croquis fig. 1) vient le relai comportant a) un cylindre métallique (C) percé latéralement d'un évent (O) faisant face à un autre (O') pratiqué dans l'étui du détonateur et fermé par une pellicule de vernis ; b) un tube (t) percé axialement d'un canal cylindrique renfermant la poudre à combustion lente.

En-dessous du relai, se trouve la charge fulminante comme dans les détonateurs ordinaires.

Pour éviter l'obstruction de l'évent, un second tube de cuivre (T) est serti coaxialement sur le détonateur proprement dit.

Dès qu'on lance le courant dans le détonateur, la poudre-relai entre en combustion en émettant une fumée bleue, visible dans le tir à l'air libre.

Ces détonateurs sont plus longs que ceux habituellement utilisés en Belgique.

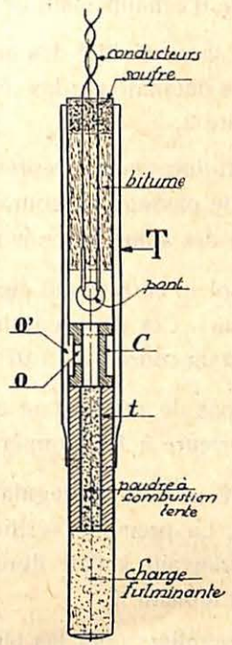


Fig. 1.

On peut s'en rendre compte par le tableau IX ci-dessous :

	Longueur en mm. Détonateurs Atlas	Détonateurs Esbach
Instantané	56	53
Temps 1	72	55
» 2	76	57
» 3	79	60
» 4	82	63
» 5	85	65
» 6	89	67
» 7	92	70

Le diamètre de l'étui est de 7 mm., dimension adoptée pour les détonateurs d'autres marques; par contre, le tube extérieur protègeant l'ouverture d'échappement des gaz est de 8,5 mm.

Nous avons vérifié la sensibilité des amorces et mesuré les temps d'explosion des détonateurs; les résultats ont été reportés au graphique figure 2.

La courbe en trait interrompu représente en fonction de l'intensité, le temps de passage du courant strictement nécessaire pour l'allumage des amorces les moins sensibles.

La courbe en trait plein correspond aux temps minima d'explosion des détonateurs. Ces deux courbes se coupent en un point correspondant à un courant de 1,07 ampère.

Pour qu'il n'y ait pas de raté, il faut que le débit dans une ligne de tir soit supérieure à 1,07 ampère.

Nous avons vérifié ensuite la régularité des départs des détonateurs à temps. La première vérification a été faite sur des détonateurs se trouvant à l'air libre; elle a conduit aux résultats indiqués au tableau X.

Les départs sont réguliers pour les temps 1 à 6. Les écarts entre les temps extrêmes (3ième ligne) sont relativement faibles et les écarts maxima des temps extrêmes aves les temps moyens (2ième ligne) sont de loin inférieurs aux écarts minima entre les temps successifs (6ième ligne).

Seuls, les détonateurs de temps 7 échappent à cette conclusion favorable : l'écart entre les extrêmes est plus élevé (0,24) et l'écart minimum avec les détos à temps 6 descend à 0,13 seconde.

Dans le but de voir l'influence du confinement sur la régularité des départs, nous avons procédé à une seconde vérification sur des détonateurs enfouis dans du sable, derrière un bourrage d'argile.

TABLEAU X.

	Temps						
	1	2	3	4	5	6	7
Temps moyens d'explosion (comptés à partir du détonateur instantané) . .	1,69	2,20	2,70	3,26	3,75	4,31	4,76
Ecart maximum avec le temps moyen	0,07	0,07	0,06	0,12	0,09	0,08	0,24
Ecart entre les extrêmes . .	0,14	0,13	0,10	0,25	0,17	0,16	0,55
Temps minimum	1,62	2,13	2,66	3,14	3,66	4,23	4,52
Temps maximum	1,76	2,26	2,76	3,37	3,83	4,39	4,85
Ecart minimum entre les temps successifs	0,37	0,40	0,38	0,29	0,40	0,13	

N. B. — Tous les temps sont exprimés en secondes.

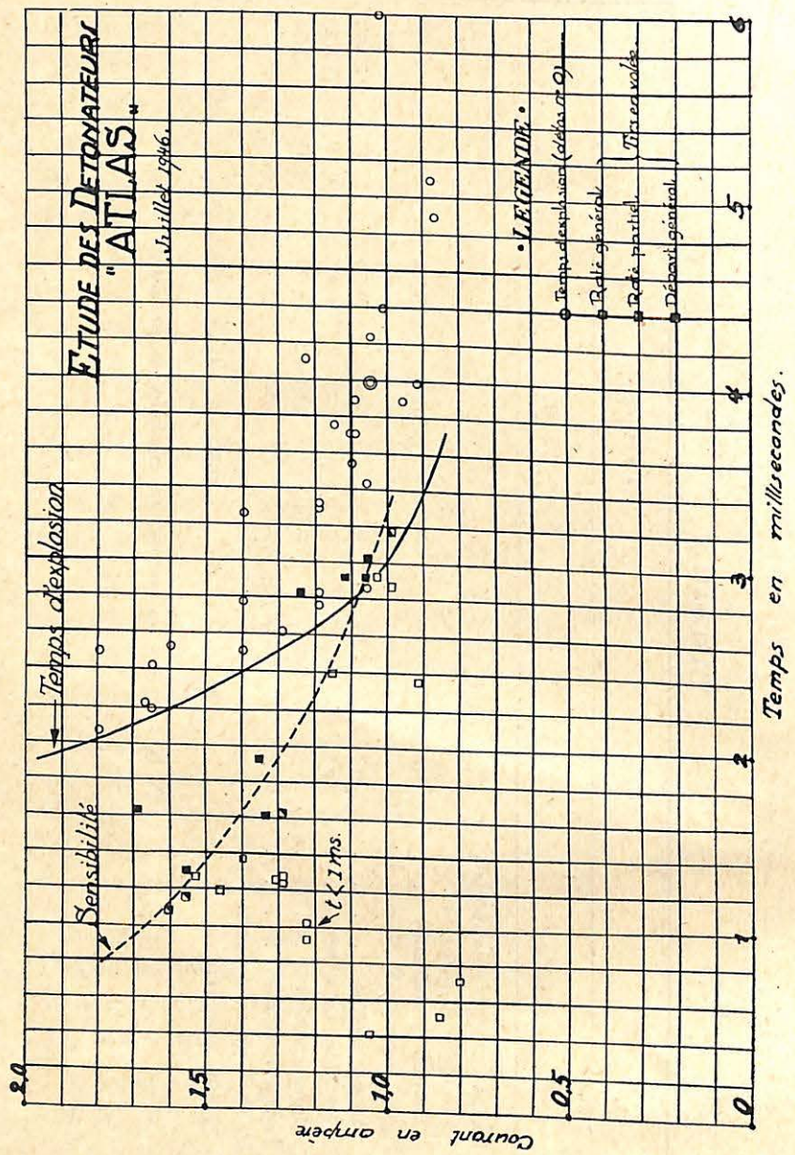


Fig. 2.

Le détonateur (voir figure 3) était placé dans un tube d'acier fermé d'un côté par un bouchon également en acier, mais percé d'une ouverture livrant passage à la partie inférieure du détonateur. Le tube d'acier était rempli de sable et fermé par un bouchon d'argile.

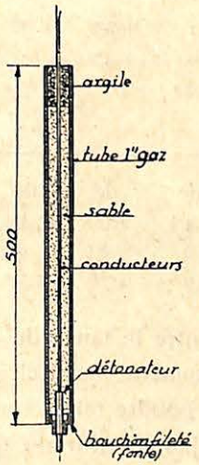


Fig. 3.

La charge fulminante du détonateur explosait donc à l'air libre et le bruit de l'explosion pouvait être enregistré à l'oscillographe.

Nous avons procédé ainsi à trois essais, pour lesquels cinq détonateurs de retard différents étaient connectés en série.

Dans le tableau XI, nous avons indiqué les résultats de nos enregistrements à l'oscillographe pour les détonateurs tirés sous confinement ainsi que les valeurs extrêmes des temps d'explosion des détonateurs sautant à l'air libre.

TABLEAU XI.

	Temps d'explosion des détos à temps (sous confinement)						
N°	1	2	3	4	5	6	7
1	0,92	1,1	1,35	1,68	2,56	—	—
2	1,20	—	1,45	—	2,00	2,63	3,39
3	—	1,44	—	1,70	1,86	superposé à (5)	4,08
Temps d'explosion du tir à l'air libre	de 1,62 à 1,76	de 2,13 à 2,26	de 2,66 à 2,76	de 3,14 à 3,37	de 3,66 à 3,85	de 4,23 à 4,39	de 4,52 à 4,85

Le délai s'écoulant entre le lancé du courant et l'explosion est réduit par le confinement; celui-ci influence donc l'allure de la combustion de la poudre relai.

Comme on ne peut jamais affirmer que le confinement de plusieurs mines tirées en volée sera identique, l'emploi de ces détonateurs à dégagement gazeux conduirait à des chevauchements inadmissibles.

Le cas s'est d'ailleurs produit lors de l'essai n° 3 (voir tableau XI) : les détonateurs retard 5 et 6 ont explosé simultanément.

Pour cette raison, nous n'avons pu proposer l'agréation des détonateurs Atlas. Leurs dimensions auraient compliqué d'ailleurs l'amorçage.

7) Etude d'un ohmmètre de sûreté.

Cet appareil, construit par la firme Evershed et Vignole de Londres nous a été présenté pour agréation par la Sté des Anciens Etablissements Victor Duquesne (A. E. V. D.) de Bruxelles.

Il comporte essentiellement (voir schéma fig. 4) :

a) une magnéto manœuvrable par une manivelle;
b) un galvanomètre à aiguille;
c) trois résistances fixes bobinées.

La magnéto est pouvue d'un induit à deux bobines tournant dans le champ d'un aimant permanent et créant du courant redressé par un commutateur calé sur l'axe de l'induit.

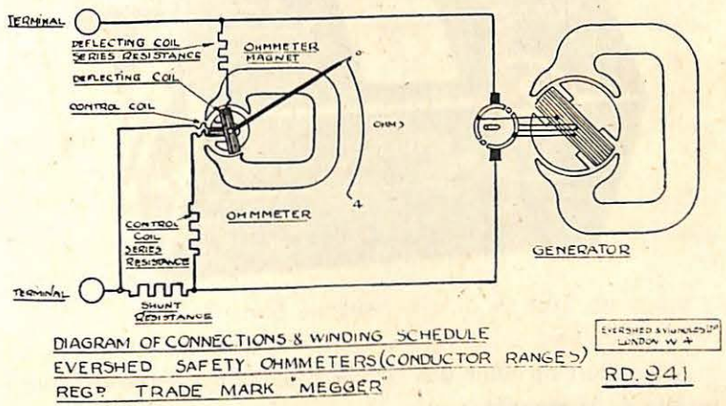


Fig. 4.

Le galvanomètre du type électromagnétique (logomètre) est pourvu d'un équipage mobile porteur de deux enroulements croisés à 90° environ.

Les trois résistances calibrées ainsi que la résistance à mesurer (ligne de tir) constituent en définitive un pont alimenté par la magnéto et contrôlé par le galvanamètre.

Tous les organes électriques sont disposés dans un boitier en matière plastique qui est constitué par deux cuvettes rectangulaires assemblées par quatre vis suivant un joint plat de 4 mm. (voir figure 5).

La cuvette supérieure est percée d'un regard fermé par une glace permettant d'observer les indications du galvanomètre.

La même cuvette est traversée par deux boutons-poussoirs

pour la commande de pinces à guillotine destinées à recevoir les extrémités de la ligne de tir.

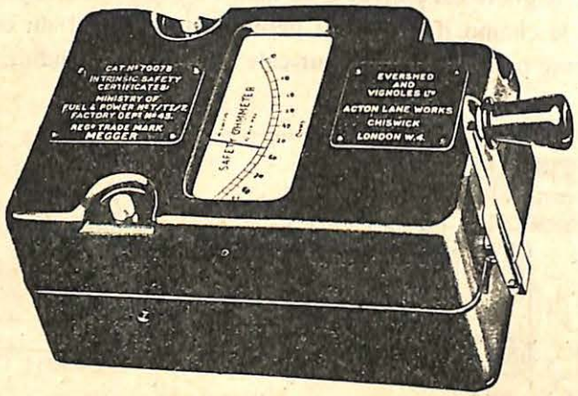


Fig. 5.

A l'endroit du joint des cuvettes, se trouve l'axe de commande de la magnéto.

Une rondelle de matière isolante poussée par un ressort rend étanche la traversée de l'axe de commande, empêchant l'accès des poussières dans le mécanisme.

L'appareil est transporté dans une sacoche de cuir qui garantit son enveloppe contre les chocs.

Toutes les manœuvres que nécessite une mesure sont possible sans qu'il soit requis de retirer l'appareil de sa sacoche de protection.

L'échelle s'étend de 0 à 100 ohms ,l'appareil est donc utilisable pour la mesure de la résistance des lignes de tir.

La tension à circuit ouvert relevée sur un voltmètre d'une résistance de 1.500 ohms, est de 1,6 volts; l'intensité maximum du courant de court-circuit mesurée par un ampèremètre électromagnétique est de 12 milliampères.

En ce qui concerne la réalisation des traversées d'axe et la résistance de l'enveloppe, cet appareil ne répond à aucune des prescriptions de l'Institut National des Mines relatives à la construction du matériel électrique antidéflagrant.

Par contre, l'appareillage électrique présente le caractère de " sécurité intrinsèque „ en vertu duquel son emploi est sans danger dans une atmosphère inflammable.

La qualification " sécurité intrinsèque „ est utilisée maintenant par le " Safety in Mines Research Board „ pour désigner les appareils électriques dont les étincelles ne présentent pas l'énergie suffisante pour allumer les mélanges d'air et de grisou.

Pour l'ohmmètre Evershed et Vignole, cette qualité résulte de la valeur extrêmement réduite des tensions et intensités mises en jeu.

Nous avons constaté en effet que la rupture du courant de court-circuit dans un mélange d'air et de gaz d'éclairage ne provoquait pas l'explosion, alors même que la manivelle était actionnée à une vitesse dépassant largement la valeur normale.

Nous avons donc proposé cet appareil à l'agréation ministérielle.

II. — ETUDE D'UN ACCIDENT CAUSE PAR UNE LAMPE A BENZINE DEFECTUEUSE.

Cet accident est survenu le 4 mars 1946 au Charbonnage de Bonne Espérance à Lambusart, au cours du creusement d'un montage destiné à rétablir la continuité d'un front de taille dont le tiers supérieur avait été arrêté contre un dérangement.

Le montage long de 10 m environ était aéré par une ligne de buses (4 éléments de 2 m de longueur et 230 mm de diamètre) et un turbo-ventilateur.

Le 4 mars, en arrivant au chantier, le personnel trouve le montage infesté de grisou et met le ventilateur en marche.

Peu de temps après, se produit une explosion de grisou dont la flamme se propage vers l'amont pendage jusque dans le pilier, à 100 m environ du ventilateur et vers l'aval pendage, jusqu'au sommet de la partie active de la taille.

Au cours de l'enquête, on releva comme indice du passage de la flamme la combustion superficielle de certains bois, mais on n'observa aucun effet mécanique, caractéristique incontestable d'une explosion peu violente.

De plus, on retrouva dans la canalisation d'aérage, contre la roue du ventilateur, un bloc de schiste dur mesurant approximativement 100 x 100 x 90 mm , ce qui avait amené l'Ingénieur verbalisant à considérer d'abord le ventilateur comme étant l'origine de l'explosion.

a) Recherches sur le turbo-ventilateur.

Le turbo-ventilateur de la Société Belge d'Outillage pneumatique (B. O. P.) d'un diamètre de 290 mm , ne présentait aucun défaut de centrage : la roue tournait librement dans son coursier et l'axe n'avait pas de jeu exagéré dans ses roulements.

Les pales, en alliage léger (genre Alpax), étaient cependant usées à proximité de la jante comme si elles avaient subi le contact d'un corps dur.

Cette constatation permettait de supposer, avant toute recherche, que l'inflammation du grisou avait été provoquée par la friction du bloc de schiste sur la roue, friction qui aurait entrainé l'incandescence du métal ou même l'arrachement de particules solides à haute température.

Mais ainsi que nous avons pu l'observer, il est impossible d'obtenir les étincelles par application continue du schiste sur la roue en mouvement ,dut-on même accentuer la pression jusqu'à ralentir considérablement la rotation du ventilateur.

Par contre, nous avons pu obtenir quelques rares étincelles en appliquant passagèrement le schiste sur les pales tournant à leur vitesse de régime.

Cette expérience a été reprise en atmosphère grisouteuse.

Le bloc de schiste suspendu à une corde passant sur une poulie était amené par intermittence au contact de la roue.

Le ventilateur, alimenté à une pression d'air de 5 kg environ, était placé en position horizontale et le grisou était amené en quantité suffisante pour maintenir constamment une teneur en méthane de l'ordre de 10 %, à l'endroit même où se produisait la friction des matériaux.

Nous n'avons pu obtenir ainsi l'inflammation du mélange grisouteux.

Le ventilateur étant mis hors cause, il nous restait à examiner les lampes saisies au charbonnage soit deux lampes électriques et une lampe à benzine retrouvée dans la fausse voie au pied du montage.

b) Examen des lampes.

Les deux lampes électriques sont du type F. A. M. de la Cie auxiliaire des Mines, agréé par la décision ministérielle n° 13C/3747 du 24 janvier 1945.

Ces lampes portent les numéros 246 et 257; elles sont en parfait état et pourvues d'une fermeture efficace.

La lampe à benzine n° 55 est cuirassée et du type Wolf-Joris n° 4 à alimentation inférieure, agréé par l'arrêté ministériel du 5 août 1912 (voir Annales des Mines de Belgique Tome XVII - année 1912, pages 826 et suivantes).

Pour la facilité du lecteur, nous avons reproduit à la fig. 6 le dessin côté de la lampe, tel qu'il figure dans l'arrêté d'agréation.

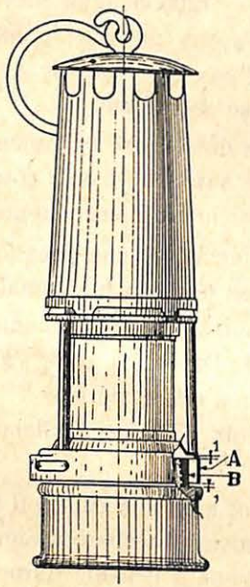


Fig. 6.

L'anneau de base de l'armature est fait de deux pièces cylindriques et concentriques A et B; la pièce B est filetée intérieurement et se visse sur le pot; la pièce extérieure A porte les cinq barreaux de protection du verre. Lorsque l'armature est vissée à fond, elle s'appuie sur le pot par la

pièce B de l'anneau de base, tandis que la pièce A du même anneau s'arrête à 1 mm du pot.

L'air n'arrive donc sur la couronne qu'après avoir traversé un joint circulaire de 1 mm de hauteur s'étendant sur toute la périphérie du pot.

Avant de démonter la lampe saisie au charbonnage, nous constatons que le jeu entre le pot et la pièce A qui porte les barreaux de protection du verre mesure 2,5 à 3,05 mm, dépassant largement la hauteur de 1 mm cotée dans le dessin annexé à l'arrêté d'agréation.

L'examen de la bande paraffinée du rallumeur montre que cet organe n'a vraisemblablement pas été utilisé après remise de la lampe à l'ouvrier.

Après ouverture de la lampe à l'aide d'un électro-aimant, nous avons examiné les organes intérieurs.

Les tamis sont en bon état et répondent aux dimensions réglementaires.

Le verre repose sur deux rondelles de fibre d'une épaisseur totale de 2,3 mm.

Par contre, la couronne d'entrée d'air présente plusieurs avaries.

L'anneau percé des 6 fenêtres garnies de double toile est disjoint de la douille dans laquelle s'emboîte le verre.

Deux des 6 rivets assemblant les deux viroles formant cet anneau n'ont plus de tête. Le métal est fissuré en cinq endroits différents : à l'aplomb de 4 rivets et au milieu d'une des fenètres.

Enfin, la fenètre fissurée (voir croquis fig. 7) est pourvue d'une toile avariée qu'on peut déplacer aisément soit vers la droite, soit vers la gauche.

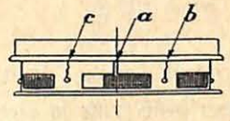


Fig. 7.

A la faveur de ce déplacement latéral, on peut créer dans la fenêtre, une ouverture libre de 6 mm de longueur et de 3 mm de hauteur (soit celle de la fenêtre).

Sur le croquis de la fig. 7, nous avons représenté la fenêtre fissurée en (a) avec le passage libre maximum à gauche de la double toile et en (b) et (c) les fissures à l'endroit des rivets. (Il existe en réalité quatre fissures au droit des rivets).

c) Essais sur la lampe à benzine.

Les avaries graves affectant la couronne de même que la hauteur exagérée de l'ouverture d'entrée d'air sous l'armature nous ont amené à suspecter la lampe à benzine.

Cette opinion a été confirmée par les essais que nous relatons succinctement ci-après.

Nous avons utilisé d'abord une caisse de bois (C) (voir figure 8), percée d'un regard avec glace (G) et dans laquelle on pouvait amener par le tuyau (T) un mélange inflammable d'air et de grisou.

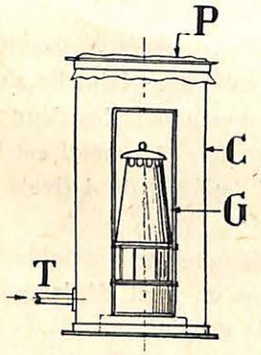


Fig. 8.

Le fond supérieur de la caisse était constitué par une feuille de papier (P) perforée pour la circulation du mélange.

Après avoir placé la lampe allumée à l'intérieur de la caisse, on faisait arriver le mélange inflammable.

Sur 30 essais au cours desquels la teneur en méthane du mélange a varié de 7,75 à 9,5%, nous n'avons obtenu qu'une seule inflammation. Celle-ci a été précédée de l'apparition d'un panache de flammes bleues refluant vers la couronne qui a été traversée sans délai.

La teneur était alors de 8,5 % et l'ouverture libre dans la couronne mesurait 6 mm de longueur, c'est-à-dire, présentait la section maximum de passage qu'on pouvait offrir à la flamme en déplaçant latéralement la toile avariée.

Au cours des vingt-neuf autres essais, nous avons modifié à plusieurs reprises la position de cette toile dans la fenêtre, réalisant ainsi soit une, soit deux ouvertures libres dans la couronne.

Nous avons poursuivi ensuite nos expériences dans un autre appareil déjà décrit à maintes reprises à propos d'essais de mise en défaut de lampes avariées.

Cet appareil consiste en un cylindre en tôle vertical (C) (voir figure 9) percé d'un regard (R) avec glace et dans lequel on fait pénétrer par le bas la lampe suspendue à une corde passant sur une poulie (p). Le cylindre est fermé vers le haut par une plaque (P).

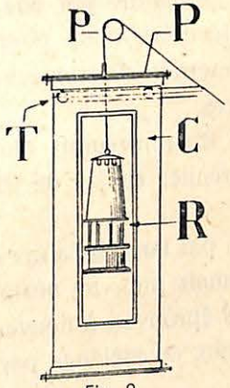


Fig. 9.

Le tuyau (T) amène l'air grisouteux qui est envoyé par une pompe non représentée au croquis.

Avec cet appareil, on introduit donc la lampe dans une mélange grisouteux à teneur bien déterminée.

Nous avons procédé à vingt essais au cours desquels la toile avariée a été déplacée de façon à ménager soit une ouverture libre de 6 mm de longueur, soit de deux ouvertures égales ayant chacune 3 mm de longueur.

La teneur en méthane a varié au cours des essais entre 7,5 et 10 %.

Nous avons obtenu 12 traversées de la couronne avec inflammation du mélange ambiant et celles-ci se sont produites quelle que fût la position de la toile dans la couronne.

En résumé, le risque de traversée augmente considérablement lorsqu'au lieu de faire arriver le mélange grisouteux sur la lampe allumée, on introduit la lampe dans le mélange préformé.

Mais, comme nous l'avons dit précédemment, la lampe présentait en plus d'une avarie à la couronne, un second défaut consistant dans le serrage incomplet de l'armature sur le pot. On pouvait, tout en assurant un serrage convenable du verre et des tamis, réduire la hauteur du joint circulaire d'entrée d'air, soit en retirant simplement les deux rondelles de fibre, soit en remplaçant l'armature par une autre identique, prélevée dans nos collections, mais pourvue de barreaux plus longs, ce qui permettait de conserver les deux rondelles de fibre sous le verre.

Le joint d'entrée d'air mesurait alors en hauteur de 1 à 1,5 mm dans le premier cas et de 0,6 à 1,3 mm dans le second.

La lampe corrigée par l'un ou l'autre des procédés que nous venons d'indiquer, mais pourvue néanmoins de sa couronne avariée, a été alors éprouvée à nouveau en atmosphère grisouteuse (introduction du mélange par le bas).

Aucun des dix essais auxquels nous avons procédé n'a donné l'inflammation.

En ramenant la hauteur du joint d'entrée d'air à une valeur voisine de celle prescrite par l'arrêté d'agréation, nous avons donc corrigé la déficience de la couronne d'entrée d'air avariée.

On verra en cela la justification du principe de la superposition des organes ou dispositifs de sécurité.

De nos essais, il y avait donc lieu de conclure que l'inflammation était imputable au mauvais état de la lampe à benzine.

La cause de l'inflammation résidait en ordre principal dans l'avarie constatée à la couronne d'entrée d'air, mais il faut ajouter que ce défaut aurait été inopérant si le préposé à la lampisterie n'avait eu la malencontreuse idée de placer sous le verre deux joints de fibre qui n'étaient nullement nécessaires pour le montage correct de l'armature sur le pot.

Cet accident donne à penser que certains préposés aux lampisteries ignorent complètement les prescriptions relatives à la construction des lampes et notamment celles concernant les dimensions des organes de sûreté. (La lampe Wolf-Joris n° 4, mise en cause dans l'accident, ne figure d'ailleurs pas dans la Police des Mines d'Ad. Breyre).

Il est donc à souhaiter que ces agents disposent d'un plan coté des lampes qu'ils doivent vérifier.

III. — ECLAIRAGE PAR LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES.

Agréation de six nouvelles lampes.

Au cours de l'année 1946, nous avons proposé l'agréation de :

1° deux lampes à accumulateur alcalin (deux éléments) construites par la Société Anonyme belge d'Application électriques de La Bouverie.

Ces deux lampes sont du type normal, c'est-à-dire, composée d'un pot de section circulaire renfermant l'accumulateur et d'une tête-couvercle portant l'ampoule lumineuse garantie par un globe de verre et une armure de barreaux verticaux.

Les capacité et courant consommé sont pour ces deux lampes respectivement 17,5 ampère-heure et 1,5 ampère; 24,0 ampère-heure et 2 ampères.

2° une lampe à accumulateur alcalin présentée par la Sté Ame des Ateliers mécaniques de Mariemont-Hayettes et construites par la " Concordia Electric Safety Lamp „ de Cardiff (Angleterre).

La lampe est constituée par un boîtier de section rectangulaire portant un cylindre d'axe horizontal fermé par une glace. Dans le boîtier, se trouvent les deux éléments alcalins, et dans le cylindre l'ampoule avec son réflecteur.

Cette lampe réservée au personnel de surveillance ne pèse que 1,4 kg.

3° trois lampes du type dit " de chapeau „ présentées respectivement par les Ateliers Mécaniques de Morlanwelz - Hayettes, par la N. V. Fabriek en Handelsbureau " Nederland „ de Haarlem, par la Société " Oldham and Son „ de Denton (Manchester).

La première est construite par la Concordia Electric Safety Lamp de Cardiff. L'accumulateur, du type alcalin à 3 éléments (3,9 volts) est placé dans un boîtier en métal de section rectangulaire. Cet accumulateur est relié au projecteur, en métal également, par un câble à deux conducteurs, protégés par une gaine souple en caoutchouc.

Le boîtier renferme également un fusible qui est inséré dans un des conducteurs d'alimentation.

L'ampoule est pourvue de deux filaments identiques consommant 1 ampère. Un commutateur manœuvrable par un bouton molleté se trouvant sur le projecteur permet d'alimenter à volonté l'un ou l'autre des filaments.

Le boîtier se porte en bandoulière et le projecteur se fixe sur le chapeau.

Le poids de la lampe complète (accumulateur et projecteur) est de 3,2 kg.

Récemment, le constructeur a allégé de 80 gr le projecteur en substituant au métal, une matière plastique résistante. En outre, le commutateur a été disposé dans un boîtier cylindrique en celluloid étanche vis-à-vis des poussières, ce qui améliore la propreté des contacts et diminue par conséquent la résistance du circuit d'alimentation.

La lampe de la N. V. Fabriek en Handelsbureau ne diffère de la précédente que par certains points de détail : accumulateur alcalin à deux éléments, interrupteur sur le boîtier de l'accumulateur, ampoule à filament unique consommant 0,5 ampère, poids total 3,450 kg.

La lampe " Oldham „ est d'une construction tout à fait spéciale.

L'accumulateur est composé de deux éléments au plomb, ceux-ci sont disposés dans un boîtier de section rectangulaire en ébonite, fermé par un couvercle métallique.

Le projecteur également en ébonite renferme deux ampoules consommant respectivement 0,8 et 0,5 ampères, dont l'une ou l'autre peut être alimentée à volonté grâce à un commutateur manœuvrable par un bouton molleté placé sur le

côté du projecteur. L'ampoule de 0,8 ampère est pourvue de deux filaments identiques qui peuvent être allumés séparément par le jeu du commutateur. La même ampoule s'appuie contre la glace de protection et est amenée ainsi en contact avec son pôle d'alimentation central. Lorsqu'on enlève la glace du projecteur, le contact est supprimé et l'ampoule ne peut plus être allumée.

Le poids de la lampe complète est de 2,295 kg.

La lampe " Oldham „ présente les particularités suivantes :

Le raccord de l'accumulateur au banc de charge se fait par l'intermédiaire du câble d'alimentation du projecteur. Ce dernier percé sur sa face arrière, d'une ouverture rappelant celle d'une serrure, se monte sur une clef fixée au banc de charge.

Par une rotation de 180° du projecteur autour de l'axe de la clef, on amène sur un contact fixe un pôle faisant saillie sur la surface latérale du projecteur et relié à l'un des conducteurs du câble d'alimentation. Cette rotation entraîne aussi la fermeture d'un interrupteur inséré dans le projecteur réalisant ainsi la liaison de la clef également avec le câble d'alimentation.

La clef ainsi que le contact fixe auquel il est fait allusion plus haut sont en relations avec une source de courant à tension constante. De ce fait, le chargement de l'accumulateur prend fin dès que la tension aux bornes est devenue égale à celle de la source.

Les mises en charge et hors charge de l'accumulateur peuvent être effectuées par tout ouvrier non spécialisé, sans l'intervention du personnel affecté à l'entretien des batteries.

La charge se faisant avec le couvercle en place, l'échappement provenant de l'accumulateur est assuré par deux canaux de 95 mm de longueur et 2mm de diamètre, ménagés dans la paroi latérale du boîtier et communiquant avec l'extérieur.

IV. — RECHERCHES SUR L'INFLAMMATION DU GRISOU PAR LE FILAMENT DES LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES.

La question de l'inflammation du grisou par le filament des lampes électriques portatives reste toujours d'actualité malgré les multiples investigations dont elle a déjà fait l'objet tant en Belgique qu'à l'étranger.

Cette constance dans l'effort pour la recherche d'une sécurité toujours plus grande se justifie par l'extension sans cesse croissante de l'éclairage électrique par lampes portatives dans les mines de houille.

L'inflammation des mélanges grisouteux par les filaments métalliques incandescents est un fait bien connu; il a été mis en évidence notamment par les expériences effectuées en 1910 au Siège d'expériences de Frameries (1). Mais, ainsi que nous le faisions observer dans une note traitant le même sujet et figurant en annexe au Rapport annuel sur les travaux de 1942 de l'Institut National des Mines (2), la rupture d'une ampoule électrique en atmosphère grisouteuse ne provoque pas d'une manière régulière l'inflammation. On peut s'en rendre compte par une brève révision des résultats obtenus d'abord à Frameries puis à Pâturages.

a) Rappel des recherches antérieures.

1) Des deux cent cinquante et une expériences rapportées par les expérimentateurs de Frameries, nonante doivent être éliminées, parce qu'irrégulières, soit que le bris du verre ait entraîné la rupture du filament soit que la tension appliquée à l'ampoule ait dépassé largement celle correspondant à l'alimentation normale.

(1) Voir Annales des Mines de Belgique, tome XVI, année 1911, pages 321 et suivantes.

(2) Voir Annales des Mines de Belgique, tome XLIV, année 1943, pages 93 et suivantes.

Sur les cent soixante et un essais restants, les seuls qu'on puisse considérer comme réguliers, quarante-sept n'ont pas donné l'explosion de l'atmosphère ambiante.

2) En 1942, nous avons expérimenté cinq types d'ampoules fabriqués par la Société Luxor et présentant les caractéristiques indiquées au tableau XII.

TABLEAU XII.

Tension en volts	Courant en ampère	Diamètre du filament en mm.
2,0	0,85	0,065
2,6	0,50	0,049
2,6	1,00	0,073
2,6	1,20	0,081
2,6	1,50	0,093

Ces ampoules étaient du type dit " à vide „ et pourvues d'un filament droit, non spiralé, en tungstène.

Notre étude consistait à observer s'il y avait ou non inflammation lorsqu'on provoquait, au sein d'une atmosphère grisouteuse, la rupture du verre sans briser le filament.

A l'aide de l'oscillographe, nous étions parvenus à saisir les phénomènes consécutifs à la rupture : accroissement brusque, puis affaiblissement progressif du courant passant par le filament, délais s'écoulant depuis la rupture de l'ampoule jusqu'à l'inflammation du grisou ou jusqu'à la fusion du filament.

Le type 2,0 volts - 0,85 amp. était le plus sûr, car même en forçant la tension d'alimentation, nous n'avions enregistré sur 24 essais que 6 inflammations.

Pour les quatre autres types, l'inflammation s'était produite sous la tension normale d'alimentation et ce dans les proportions indiquées ci-après :

Type 2,6 volts	0,5 amp.	2	inflammations sur	15	essais
- - -	1,0 -	7	-	16	-
- - -	1,2 -	10	-	21	-
- - -	1,5 -	11	-	19	-

On constate pour ces quatre types, une probabilité d'inflammation croissante avec l'intensité du courant d'alimentation.

3) Il est intéressant de rappeler aussi les essais réalisés en 1944 dans le but d'établir les causes de l'accident relaté aux pages 107 et suivantes du Rapport annuel sur les travaux de 1944-45 (voir Annales des Mines de Belgique, tome XLVI, années 1945-1946) et qui semblait avoir pour origine une lampe électrique portative retrouvée gravement avariée dans les travaux.

Nous avions été alors amenés à examiner deux types d'ampoules Luxor à 2,6 volts, consommant respectivement l'un 0,45 amp, l'autre 0,50 amp.

Pour chacun d'eux, l'ampoule était " vide „ et renfermait un filament spiralé et replié en forme de V.

Par le fait de certains détails de construction (longueur et diamètre du filament), le type à 0,5 ampère possédait une puissance lumineuse supérieure à celle du type à 0,45 ampère.

Nos essais ont porté sur ces deux types d'ampoules, car nous n'avions pu déterminer avec exactitude celui auquel appartenait l'ampoule retrouvée dans les travaux.

Nous avons donc soumis à l'épreuve de rupture en grisou vingt-cinq ampoules à 0,45 amp. et trente-cinq à 0,50 amp.

Sur ces 60 essais, un seul a donné l'inflammation et ce dans les conditions suivantes tout à fait spéciales :

Ampoule du type 0,45 amp, alimentée par 4 éléments

alcalins sous une tension de 4,5 volts, c'est-à-dire de 65% plus élevée que celle d'une batterie de deux éléments.

Ces ampoules pourvues d'un filament spiralé et replié en V étaient donc plus sûres que le type étudié en 1942, à filament droit, non spiralé.

b) Recherches effectuées en 1946.

Les recherches que nous avons faites en 1946 ont porté sur des types tout à fait spéciaux d'ampoules réalisées à la demande des Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes, par deux firmes l'une belge, l'autre française. Ces ampoules étaient pourvues de deux filaments identiques tendus parallèlement entre les tiges supports.

Cette disposition se justifie par les constatations de nos recherches antérieures d'où il ressort que la probabilité d'inflammation du grisou par un filament incandescent est en raison directe du courant consommé. Dans le cas de deux filaments de résistances équivalentes, chacun d'eux consomme la moitié de l'intensité normale inscrite sur la lampe.

Cinq types d'ampoules à double filament ont été étudiés.

Nous avons procédé à des essais de rupture en atmosphère grisouteuse et déterminé l'énergie lumineuse totale émise par les deux filaments.

Pour les essais de rupture, nous avons utilisé l'appareil décrit aux pages 111 et 112 du Rapport annuel sur les travaux de 1944-1945 (Annales des Mines de Belgique, tome XLVI, année 1946).

L'ampoule alimentée par une batterie d'accumulateurs était placée horizontalement dans une cuve métallique avec glace et renfermant du mélange grisouteux inflammable dont la teneur en méthane était contrôlée à la burette Le Chatelier. Lorsque l'ampoule avait atteint son régime de température, on brisait le verre par le choc d'un mouton, dont la hauteur

de chute était réglée au strict minimum dans le but d'éviter le bris du filament.

Pour la détermination de l'énergie lumineuse, nous avons employé une sphère photométrique de 7,5 cm de rayon de la Sté Philips. Dans cette sphère, se trouvait l'ampoule à expérimenter et une cellule photométrique, la première sensiblement au centre et la seconde dans la paroi même de la sphère. La cellule soustraite par un écran au rayonnement direct de l'ampoule, débite un courant qui est fonction de l'énergie lumineuse totale émise par le filament et diffusée uniformément dans la sphère.

Les circuits électriques de mesure sont représentés au schéma figure 10.

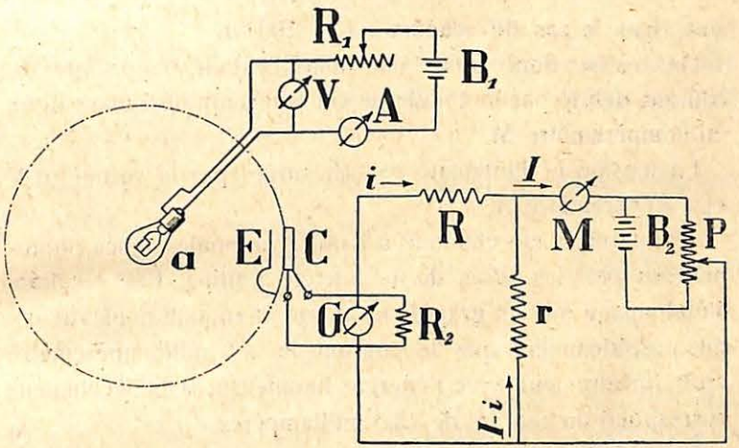


Fig. 10.

L'ampoule a est alimentée par une batterie B^1 dont le débit est réglé par la résistance R_1. La cellule C (protégée par l'écran E) est connectée à un galvanomètre G shunté par une résistance d'amortissement R_2 (5.000 ohms). Ce circuit est shunté lui-même par un autre plus compliqué comportant des résistances R (1.000 ohms), r (1 ohm), un

milliampèremètre M, une batterie B_2 et un potentiomètre P d'une résistance totale de 1.000 ohms.

Lorsque l'ampoule est alimentée, on règle le potentiomètre jusqu'à suppression du courant dans le galvanomètre. La cellule débite alors en court-circuit, un courant qui est directement proportionnel à l'énergie lumineuse reçue.

Les courants I et i figurés sur le schéma par des flèches et représentant respectivement le débit de la cellule et l'intensité indiquée par le milliampèremètre obéissant alors à la relation :

$$R - (I - i)\, r = O$$

$$\text{ou } I = i \frac{(R + r)}{r}$$

soit, dans le cas du schéma : I = 1001 i.

On réalise donc ainsi une amplification importante du courant débité par la cellule, le courant amplifié I etant lu au milliampèremètre M.

La tension et l'intensité sont mesurées par le voltmètre V et l'ampèremètre A.

L'appareil a été étalonné à l'aide d'ampoules types photométrées par les soins de la Société Philips. Les résultats d'étalonnage mis en graphique montrent comme nous l'avons dit précédemment que le courant lu au milliampèremètre croît linéairement avec l'énergie lumineuse; à 5 décalumens correspond un courant de 78,5 milliampères.

Nous indiquons ci-après les constatations auxquelles a donné lieu l'étude des cinq types d'ampoules à double filament.

1. Ampoules 2,6 volts - 1,7 ampère (1er lot).
(sans remplissage gazeux)

Deux filaments spiralés, parallèles disposés conformément au schéma figure 11.

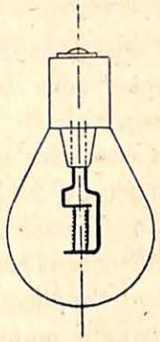


Fig. 11.

Essai de rupture.

a) courant fourni par 5 éléments alcalins en série et réglé par résistance à 1,7 amp. 10 ampoules brisées dans des mélanges grisouteux de teneur en méthane variant de 7,75 à 9,00% : deux inflammations.

b) courant fourni par 2 éléments alcalins, pas de résistance de réglage dans le circuit.

L'intensité est de 1,6 amp et la teneur en méthane du mélange varie de 7,75 à 8,00%.

10 ampoules brisées dont aucune ne donne l'inflammation.

c) courant fourni par 8 éléments alcalins groupés en 4 séries parallèles; la tension appliquée à l'ampoule varie de 2,55 à 2,58 volts et le courant consommé est de 1,65 amp. Teneur en méthane 8%.

10 ampoules brisées dont aucune ne donne l'inflammation.

Sur 30 essais, nous n'avons donc enregistré que deux inflammation et cela dans des conditions anormales d'alimentation, la tension à circuit ouvert étant de 150% supérieure à celle de deux éléments alcalins .

Mesure de l'énergie lumineuse.

Moyenne de 3 mesures effectuées sur 3 ampoules recevant un courant de 1,70 ampère sous la tension anormale de 3,10 volts : 3,94 décalumens.

Moyenne de 3 mesures effectuées sur 3 ampoules alimentées sous la tension normale de 2,60 volts et consommant 1,50 à 1,54 ampère : 1,74 décalumens.

On constate que le débit inscrit sur l'ampoule (1,7 amp) n'est atteint que moyennant l'application d'une tension bien supérieure à celle de la batterie normale à 2 éléments alcalins (2,6 volts).

Dans le cas de l'alimentation normale (sous tension de 2,6 volts), le rendement moyen de ces ampoules est de 4,4 lumens/watt.

2. Ampoules 2,6 volts - 1,7 ampoule (2e lot).

(sans remplissage gazeux)

Deux filaments spirales longueur 18,8 mm, diamètre 0,071 mm, distants de 1 mm, disposés suivant le schéma de la figure 11.

Essai de rupture.

Le courant est fourni par 10 éléments alcalins groupés en 5 séries parallèles. La tension appliquée varie de 2,5 à 2,63 volts et le courant absorbé est compris entre 1,62 et 1,70 ampère. La teneur en méthane varie de 7,5 à 8,25%. 31 essais dont aucun ne donne l'inflammation.

Mesure de l'énergie lumineuse.

Pour un courant de 1,65 amp moyenne de 7 mesures : 1,51 décalumens, les valeurs extrêmes étant 1,33 et 1,85 décalumens.

Pour un courant de 1,70 amp moyenne de 6 mesures : 2,08 décalumens, les valeurs extrêmes étant 1,76 et 2,52 décalumens.

D'après le fabricant le rendement de ces ampoules est de 3,21 lumens-watt moyen environ.

3. Ampoules de 2,6 volts - 1,4 ampère (3e lot).

(sans remplissage gazeux)

Deux filaments spiralés longueur 18 mm, diamètre 0,063 mm, distants de 1 mm, disposés suivant le schéma de la figure 12.

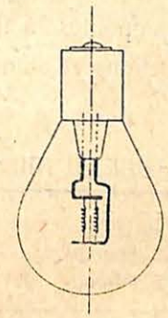


Fig. 12.

Essais de rupture.

a) L'ampoule est alimentée par 10 éléments alcalins, groupés en 5 séries parallèles. Tension de 2,53 à 2,57 volts, intensité 1,35 à 1,40 ampère. Teneur en méthane 8%.

15 essais dont quatre donnent l'inflammation.

b) L'ampoule est alimentée par une batterie normale de deux éléments alcalins. L'ampèremètre est retiré du circuit. La tension appliquée varie de 2,54 à 2,61 volts. La teneur en méthane est comprise entre 7,75 et 9,5%.

30 essais dont trois donnent l'inflammation.

Mesure de l'énergie lumineuse.

Pour un courant de 1,35 amp — moyenne de 8 mesures : 2,12 décalumens, les valeurs extrêmes étant 1,92 et 2,33 décalumens.

Pour un courant de 1,40 amp — moyenne de 7 mesures : 2,80 décalumens, les valeurs extrêmes étant 2,47 et 3,12 décalumens.

Le rendement moyen de ces ampoules serait d'après le fabricant de 5,64 lumens/watt.

A titre de comparaison, nous indiquons ci-après les mesures effectuées sur des ampoules, à filament simple, prises au hasard dans nos collections et alimentées par une batterie de 2 éléments.

TABLEAU XIII.

N° de l'ampoule	Intensité du courant en ampère	Pouvoir lumineux en décalumens
1	1,7	4,35
2	1,65	4,18
3	1,75	3,45
4	1,70	3,61

Par calcul on trouve pour ces quatre ampoules, un rendement moyen de 8,8 lumens/watt, bien supérieur à ceux indiqués pour les ampoules des 3 premiers lots.

4. Ampoules de 2,6 - volts - 1,8 ampère (4e lot).
(sans remplissage gazeux)

Deux filaments non spiralés, parallèles, diamètre 0,072 mm (voir schéma de la figure 13).

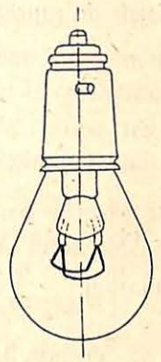


Fig. 13.

Essais de rupture.

a) L'ampoule est alimentée par une batterie de 10 éléments alcalins en 5 séries parallèles; la tension appliquée varie de 2,58 à 2,68 volts, le courant consommé, de 1,925 à 1,975 ampère.

8 essais dont 6 donnent l'inflammation.

b) L'alimentation est assurée par une batterie normale. Tension appliquée de 2,37 à 2,57 volts. Intensité de 1,85 à 1,925 amp.

5 essais donnant tous l'inflammation.

Mesure de l'énergie lumineuse.

Cette mesure effectuée chez le fabricant indique 3,6 décalumens pour un courant consommé de 1,81 amp. Dans ces conditions, le rendement lumineux en lumen-watt est de 7,67.

Pour une lampe à filament spiralé unique et à remplissage gazeux, on a obtenu pour 1,8 ampère, une énergie de 3,8 décalumens et un rendement de 8,10.

5. Ampoules de 2,6 volts - 1,4 ampère (5e lot).
(sans remplissage gazeux)

Deux filaments non spiralés parallèles (voir schéma figure 13), diamètre 0,055 mm.

Essais de rupture.

a) L'ampoule est alimentée par une batterie de 10 éléments alcalins en 5 séries parallèles; la tension appliquée est de 2,61 volts, le courant est soit 1,25 amp, soit 1,35 amp. Deux essais donnant l'inflammation.

b) L'alimentation est assurée par une batterie normale de lampes de mine. Tension 2,56 volts. Courant 1,29 amp. Un essai avec inflammation.

Mesures de l'énergie lumineuse.

Les mesures effectuées chez le fabricant ont indiqué :

1° pour l'ampoule à double filament : courant de 1,4 amp. Décalumens 2,72, rendement 7,47.

2° pour une ampoule à simple filament, sans remplissage gazeux, courant 1,4 amp. Décalumens : 2,8, rendement 7,70.

Seules les ampoules des premier et second lots dont les caractéristiques étaient 2,6 volts et 1,7 ampère n'ont pas donné l'inflammation sous la tension normale d'alimentation.

Remarquons que le rendement moyen des ampoules du 1er lot est seulement de 4,4 lumens/watt.

Les ampoules du 3e lot (2,6 volts - 1,4 ampère) dont le rendement lumineux est de 5,64 lumens/watt ont donné 7 inflammations sur 45 épreuves.

Enfin, pour les ampoules des 4e et 5e lots, on a noté respectivement :

11 inflammations sur 13 essais (rendement 7,67)
3 id id 3 id (id 7,47)

Observons que seuls ces deux derniers lots ont un rendement voisin de celui des ampoules à filament unique, tout en lui étant légèrement inférieur.

Il semble donc que pour réaliser une ampoule à filament double dont la rupture en atmosphère grisouteuse ne soit pas suivie d'inflammation, on doive consentir à un rendement lumineux bien inférieur à celui des ampoules à consommation élevée (1,4 à 1,8 amp) utilisées actuellement dans nos charbonnages.

Il ressort également de nos essais que la probabilité d'inflammation qu'on peut assimiler au rapport du nombre d'inflammations au nombre total d'épreuves augmente avec le rendement lumineux ou si l'on préfère avec la température de régime des filaments, car le rendement lumineux est une fonction croissante de la température.

(Il était d'ailleurs à prévoir que le risque d'inflammation serait une fonction croissante de la température atteinte par les filaments au moment de leur mise en contact avec le mélange inflammable.)

Malgré les résultats négatifs de nos recherches, nous ne pensons pas néanmoins qu'elles doivent être abandonnées d'une manière définitive; certains fabricants estiment en effet qu'il n'est pas impossible de réaliser une ampoule de rendement lumineux acceptable et qui soit en même temps de sécurité.

Il nous appartient de les aider dans leurs recherches.

V. — RECHERCHES SUR L'INFLAMMATION DU GAZ TONNANT DANS LES LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES.

Ces recherches ont eu pour point de départ deux inflammations de gaz tonnant qui se sont produites à 15 jours d'intervalle dans les lampisteries d'un charbonnage du Bassin de Charleroi.

Dans son rapport, l'Ingénieur chargé de l'enquête les a relatées dans les termes suivants :

L'accumulateur d'une lampe type 522 à accumulateur alcalin de la Sté Ame d'Eclairage des Mines et d'outillage industriel à Loncin, avait été soumis au courant de charge de 15 à 24 heures, puis il était resté au repos jusqu'à 4 heures du matin.

Après quoi le préposé prépara la lampe pour la distribution en vissant la tête sur le pot.

Vers 7 heures du matin, alors que le chef-lampiste allumait la lampe, une petite explosion se produisit dans le pot en donnant une flamme jaune de 20 mm environ de longueur qu'on vit sortir par le filet d'assemblage.

Quinze jours plus tôt, dans un autre siège du même charbonnage, une lampe type 520 du même constructeur, avait donné lieu au même incident. Le fait avait été rapporté par un prisonnier allemand, mais comme celui-ci était le seul témoin, il n'avait pas été accordé de crédit à sa déclaration.

L'examen des faits montre qu'il y a eu inflammation d'un mélange tonnant par l'étincelle jaillissant soit à l'ouverture soit à la fermeture du circuit d'alimentation de l'ampoule.

A la surface, cette inflammation est sans conséquence; dans les travaux souterrains d'une mine grisouteuse, elle peut, au contraire, être une cause de danger grave.

Cette question nous avait déjà préoccupés dès 1934.

A cette époque ,nos collègues du Safety in Mines Research Board nous signalaient, en effet, une inflammation de grisou survenue dans une mine anglaise dans des conditions telles qu'il y avait lieu de suspecter comme seule cause possible de l'accident, une explosion de gaz tonnant à l'intérieur d'une lampe à accumulateur à trois éléments fer-nickel. L'enveloppe protégeant l'accumulateur était constituée par une boîte de section rectangulaire fermée par un couvercle.

Nous avions été ainsi amenés déjà en 1934 à étudier deux questions auxquelles la sécurité d'emploi de nos lampes électriques portatives est étroitement liée, soit :

1° vérifier l'étanchéité de l'assemblage du couvercle vis-à-vis d'une explosion interne de gaz tonnant;

2° déterminer l'aptitude des étincelles d'accumulateurs à enflammer les mélanges tonnants.

Les résultats de ces recherches ont été publiés mais très brièvement dans le Rapport annuel sur les travaux de 1934 (voir Annales des Mines de Belgique - année 1935 - Tome XXXVI - pages 16 et 17).

Vu l'importance du sujet, nous estimons utile de les rappeler d'une manière assez détaillée avant d'indiquer les constatations que nous avons faites en 1946.

α) Recherches sur l'étanchéité des lampes électriques (1934).

L'arrêté ministériel du 15 mai 1919 prévoit deux modes d'assemblage du couvercle sur le pot d'accumulateur : l'emboîtement sur 8 mm de hauteur avec charnière et loquet et le vissage par deux filets au moins.

Jusqu'en ces dernières années, l'assemblage par vis à filets carrés était le seul connu en Belgique. Ce n'est que dans les lampes du type dit " de chapeau „ agréées en 1946 seulement, que le couvercle s'emboîte sur le pot, l'un et l'autre ayant la forme rectangulaire.

En 1934, nous avons donc expérimenté uniquement les lampes assemblées par filetage.

La lampe complète se trouvait dans une atmosphère grisouteuse inflammable et le vide subsistant dans le pot était rempli de mélange tonnant (hydrogène + oxygène). On provoquait, par une étincelle électrique, l'explosion interne et on observait s'il y avait ou non inflammation de l'atmosphère ambiante.

Pour réaliser l'expérience, nous remplacions l'accumulateur par une coulée de masse isolante (M) qui ménageait dans la lampe un espace libre égal en volume à celui compris normalement entre la batterie et le fond du couvercle (voir figure 14).

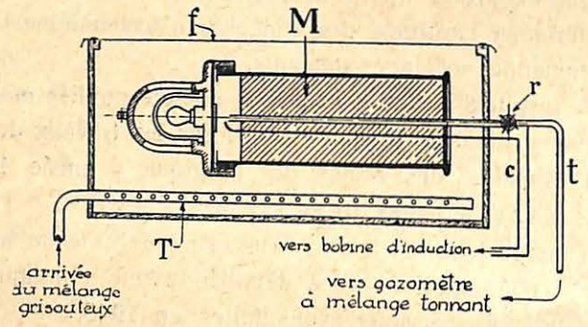


Fig. 14.

Dans cet espace, un tuyau d'acier (t) amenait le gaz tonnant. Celui-ci était allumé par une étincelle jaillissant entre un conducteur isolé (c) et le tuyau (t) connectés l'un et l'autre à une bobine d'induction à haute tension.

La lampe ainsi préparée était placée dans une caisse de bois dans laquelle arrivait par un tuyau perforé (T) le mélange inflammable d'air et de grisou.

La caisse était fermée vers le haut par une feuille de papier (f); au moment de l'expérience, on isolait par le robinet (r) le gazomètre renfermant le gaz tonnant.

Nous avons éprouvé ainsi quatre lampes de types différents.

Au cours des expériences, nous avons modifié le serrage du couvercle sur le pot, ce qui avait pour effet de faire varier à la fois le volume du vide renfermant le mélange tonnant et le nombre de filets que devraient traverser les gaz chauds provenant de l'explosion interne.

Nous donnons ci-après les conditions expérimentales réalisées pour chaque lampe soumise à l'épreuve ainsi que les résultats les plus intéressants quant à l'action de la flamme du gaz tonnant sur l'atmosphère grisouteuse ambiante.

Lampe de la Société belge d'Applications électriques à La Bouverie (type agréé en 1929).

L'assemblage est réalisé par un pas de vis à filets carrés. La hauteur du filet et sa profondeur sont de 2 mm. Quand le couvercle est vissé à fond, il est fixé au pot par trois filets complets et le vide subsistant au-dessus de l'accumulateur est de 112 cm3. (1)

La lampe se trouve dans une atmosphère d'air et de grisou à 8,5% de méthane et on introduit dans l'espace libre au-dessus de l'accumulateur un mélange d'hydrogène (65,5%) et d'oxygène (30,5%).

Il y a inflammation du mélange grisouteux quand le couvercle est vissé à fond sur le pot.

Il n'y a pas inflammation lorsqu'on réduit à 57 cm3, l'espace libre dans la lampe (par introduction d'un disque circulaire en bois au-dessus de l'accumulateur).

Malgré la réduction du vide, on obtient de nouveau l'inflam-

(1) Nous déterminons le nombre de filets engagés en comptant le nombre de tours qu'on imprime au couvercle pour l'assembler au pot.

mation du mélange grisouteux lorsqu'on desserre le couvercle d'un quart de tour. Dans ces conditions, le vide est de 62 cm3 et le nombre de filets engagés est de 2 3/4.

Lampe type F.A.M. de la Compagnie auxiliaire des Mines.

L'assemblage est réalisé par un pas de vis à filets carrés; ceux-ci ont 2mm de hauteur et 1,8 mm de profondeur.

Lorsque le couvercle est vissé à fond, il s'appuye par sa base large d'un millimètre sur une portée circulaire faisant corps avec le filetage du pot (voir schéma figure 15). Le vide au-dessus de l'accumulateur est alors de 160 cm3 et le nombre de filets engagés de 3 1/2.

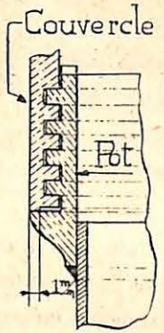


Fig. 15.

En desserrant le couvercle d'un tour, on augmente de 27,2 cm3 le vide intérieur.

Nous donnons ci-après (Tableau XIII) les résultats obtenus avec différentes compositions du gaz tonnant. Pour certains essais, nous avons introduit dans le pot des disques de bois réduisant l'espace libre, soit de 62, soit de 31 cm3.

TABLEAU XIII

Composition du gaz tonnant en %	Teneur en méthane de l'atmosphère ambiante en %	Assemblage de la tête sur le pot (nombre de filets engagés)	Volume du vide intérieur en cm³	Résultats : inflammation ou non du mélange grisouteux
Hydrogène 29.4	10	Vissage complet	160	pas inflam.
Oxygène 68,8		3 ½ filets		
id	10	3 ⅜ filets	165.4	inflammation
Hydrogène 65.4	8.5	Vissage complet	160	pas inflam.
Oxygène 30.5				
id	8.5	3 ⅜ filets	165.4	inflammation
id	10.5	1 ½ filet	152.0	pas inflam.
		(disque de 62 cm³)		
id	10	id	152	inflammation
id	10	2 ½ filets	125	pas inflam.
		(disque de 62 cm³)		
id	8.0	2 ½ filets	156	pas inflam.
		(disque de 31 cm³)		
Hydrogène 45.0	8.5	3 filets	173.5	inflammation
Oxygène 54,8				
		Vissage complet		
id	8,25	3 ½ filets	129	pas inflam.
		(disque de 31 cm³)		
id	8,25	3 ⅜ filets	132.4	inflammation
		(disque de 31 cm³)		
id	8,25	2 ½ filets	125	pas inflam.
		(disque de 62 cm³)		
id	8,25	2 ¼ filets	132	inflammation
		(disque de 62 cm³)		

Quand le couvercle est vissé à fond, il n'y a pas inflammation de l'atmosphère ambiante, bien que le volume du gaz tonnant allumé par l'étincelle (160 cm3) soit supérieur à ce qu'il était dans la première lampe expérimentée (Sté Belge d'Applications électriques).

Ce résultat favorable est dû au plus grand nombre de filets engagés et surtout au joint plat sur lequel s'appuie le bord inférieur du couvercle quand celui-ci est vissé à fond.

Il y a lieu d'ajouter aussi que la lampe de la Compagnie Auxiliaire des Mines était de fabrication récente; la lampe de la Société Belge d'Applications électriques avait au contraire déjà été utilisée pendant plusieurs mois dans nos galeries du Bois de Colfontaine.

Lampe de la Société belge d'Applications électriques à La Bouverie (type spécial à long filetage).

Cette lampe est pourvue d'un filetage réalisé spécialement à notre demande par le constructeur. Lorsque le couvercle est vissé à fond, l'assemblage sur le pot est réalisé par 5 1/8 filets et l'espace libre subsistant dans la tête est de 90 cm3.

Nous obtenons les résultats rapportés au tableau XIV.

Cette lampe a donné lieu à des constatations cadrant d'une manière satisfaisante avec les essais de la précédente.

Comme on le voit, nous avons pu empêcher l'inflammation du mélange grisouteux sans devoir serrer le couvercle à fond sur le pot. Ajoutons qu'au moment des essais, la lampe sortait de l'usine et que le jeu du filetage était réduit au strict minimum.

Lampe Musy
(Lampe française agréée en 1934.)

L'assemblage est réalisé par un pas de vis à filets carrés; ceux-ci ont 1,5 mm de hauteur et 1,5 mm de profondeur.

TABLEAU XIV.

Composition du gaz tonnant en %	Teneur en méthane de l'atmosphère ambiante en %	Assemblage de la tête sur le pot (nombre de filets en prise)	Volume du vide intérieur en cm^3	Résultats : inflammation ou non du mélange grisouteux
Hydrogène 65.4 Oxygène 30.5	8.5	5 1/8 filets	135.2	pas inflam.
id	8.5	2 5/8 filets	144	inflammation
Hydrogène 45.0 Oxygène 54.8	8.5	3 5/8 filets	122.4	pas inflam.
id	8.5	5 1/8 filets	135.2	inflammation

TABLEAU XV.

Composition du gaz tonnant en %	Teneur en méthane de l'atmosphère ambiante en %	Assemblage de la tête sur le pot (nombre de filets en prise)	Volume du vide intérieur en cm^3	Résultats : inflammation ou non du mélange grisouteux
Hydrogène 65.4 Oxygène 30.5	8.5	Vissage complet 2 3/4 filets	30	pas inflam.
id	8.5	1 3/4 filet	35.2	pas inflam.
id	8.5	1 1/4 filet	37.8	inflammation
Hydrogène 45.0 Oxygène 54.8	8.5	2 1/4 filets	32.6	inflammation

Lorsque le couvercle est vissé à fond, le nombre de filets engagés est de 2 3/4 et le vide au-dessus de l'accumulateur est de 30 cm3.

Cette lampe a donné lieu aux constatations reprises au tableau XV.

Bien que le volume de gaz tonnant soumis à l'explosion fût de beaucoup inférieur à celui mis en œuvre lors des essais précédents, nous avons enregistré des traversées avec la lampe Musy.

La cause de cette déficience doit être recherchée, nous semble-t-il, dans l'assemblage. Celui-ci comporte des filets moins hauts et moins larges que ceux des lampes précédentes.

De l'ensemble des observations faites au cours des expériences rapportées ci-avant, il ressort qu'il est possible d'assurer l'étanchéité d'une lampe électrique portative vis-à-vis d'une explosion de gaz tonnant soit en augmentant la longueur du filetage fixant le couvercle sur le pot, soit en réduisant le plus possible le volume libre offert à l'accumulation du gaz inflammable.

Pour ce qui concerne le nombre de filets concourrant à l'assemblage du couvercle, il apparaît que le minimum prescrit par l'arrêté ministériel du 15 mai 1919 (soit deux filets complets) est insuffisant pour arrêter une explosion interne d'hydrogène.

b) Recherches sur l'inflammation du gaz tonnant par les étincelles d'accumulateurs (1934).

Après avoir constaté qu'une explosion de gaz tonnant dans une lampe portative se propageait à l'extérieur et y allumait un mélange d'air et de grisou, nous nous sommes demandé si cette explosion pouvait s'amorcer au contact d'étincelles résultant du fonctionnement normal de la lampe.

Pour nos épreuves d'étanchéité, nous avions provoqué l'explosion interne par des étincelles à haute tension. Celles-ci,

comme on le sait, allument tous les mélanges gazeux combustibles quels qu'ils soient, l'énergie électrique mise en jeu fût-elle seulement de l'ordre de quelques millijoules.

Il en est tout autrement quand la tension de la source de courant est de l'ordre de quelques volts et qu'il n'y a ni self ni capacité dans le circuit. Pour qu'il y ait alors inflammation, il faut que l'intensité atteigne une valeur minimum, fonction de la nature du mélange gazeux, de la forme et de la nature des électrodes et aussi de la tension de la source.

Ce cas est précisément celui des lampes électriques portatives; car, si on exclut le court-circuit franc entre les bornes de l'accumulateur ou entre les pièces constituant le circuit d'alimentation de l'ampoule, il ne reste à envisager, comme cause d'inflammation, que les étincelles jaillissant lors des manœuvres d'allumage et d'extinction. Ces étincelles se produisent dans un circuit dénué de self et de capacité et alimenté par une source de courant qui ne dépasse pas 4 volts.

Pour juger de leur aptitude à enflammer les mélanges tonnants, nous avons utilisé d'abord un rupteur, soit deux lames de laiton, l'une fixe et l'autre mobile autour d'un axe, la seconde accrochant la première à chaque révolution et réalisant ainsi à la cadence de 20 fois par seconde la fermeture et l'interruption d'un circuit composé d'une batterie d'accumulateurs, d'un ampèremètre et d'une résistance de réglage.

Le rupteur se trouvait dans une boîte métallique dans laquelle on introduisait au préalable du mélange tonnant préparé dans un gazomètre de laboratoire.

Nous avons pris soin de faire varier la composition de ce mélange, l'intensité du courant et la tension de la source, cette dernière étant constituée par une batterie d'accumulateurs au plomb.

Ce procédé nous a conduits à des observations assez irrégulières. Pour une même intensité, nous avions l'explosion

du mélange soit dès la première, soit à la deux centième interruption du circuit pour une courant inférieur à celui d'une expérience antérieure qui avait donné un résultat négatif.

Ces irrégularités étaient dues vraisemblablement à l'oxydation des points de contact aux lames du rupteur.

Nous avons fait au total 180 essais. Dans le tableau XVI ci-après nous indiquons les valeurs minimum des courants qui ont produit l'inflammation du mélange tonnant.

TABLELAU XVI.

Teneur en %		Tension à circuit ouvert	Intensité minimum produisant
en hydrogène	en oxygène	en volts	l'inflammation
68,95	31,07	6	1,8
id	id	4	2,4
66,66	33,33	12	0,4
id	id	6	0,7
id	id	4	2,1
65,54	34,24	12	0,5
id	id	6	1,1
65,36	33,19	6	1,28
51,00	47,61	6	1,52
50,18	40,96	6	1,60
44,74	55,26	6	3,10
39,82	58,78	6	1,41
38,98	57,61	12	0,50
id	id	6	1,80
29,33	70,67	6	0,89
id	id	4	1,85

L'inflammation était donc possible :

pour une intensité de 0,4 ampère sous une tension de 12 volts.

\- - - - 0,5 - - - - - 6 -

\- - - - 1,6 - - - - - 4 -

Toutefois, les expériences rapportées ci-avant n'étaient pas strictement conformes à la réalité. Dans un rupteur, les lames élastiques, au moment du décrochage, s'écartent très rapidement l'une de l'autre et produisent une étincelle qui s'étire en plein mélange inflammable. Dans une lampe électrique portative au contraire, la séparation des pièces de contact se fait à une vitesse relativement lente et l'arc s'établit et s'allonge au contact d'une plaque en ébonite, ce qui est favorable au refroidissement des gaz. (1)

Nous avons poursuivi nos expériences d'inflammation du gaz tonnant en utilisant une lampe de mine modifiée comme suit :

L'accumulateur normal était remplacé par un bloc de bois portant deux bornes reliées à une batterie de 6 éléments au plomb (12 volts). L'ampoule était remplacée par une connexion métallique de faible résistance. Un ampèremètre et un rhéostat permettaient de régler le courant.

En faisant tourner le couvercle sur le pot, on ouvrait et on fermait le circuit à volonté. Nous avons procédé à 34 essais, chacun comportant de 10 à 20 manœuvres d'interruption et de rétablissement du courant.

Ces essais nous ont permis d'établir comme suit (tableau XVII) les valeurs minimum du courant produisant l'explosion du mélange tonnant.

Les intensités figurant dans ce tableau sont de loin supérieures aux consommations courantes de nos lampes portatives. Elles sont néanmoins du même ordre que les courants de court-circuit des batteries.

De nos expériences, il ressortait donc que l'étincelle de rupture produite par les manœuvres d'allumage et d'extinction de l'ampoule ne pouvait allumer les gaz s'échappant de l'électrolyte.

(1) On sait que dans les lampes électriques utilisées en Belgique, les bornes de l'accumulateur s'appuyent contre des secteurs métalliques noyés dans la plaque en ébonite formant le fond du couvercle. Cette disposition permet d'allumer et d'éteindre l'ampoule à volonté par simple rotation du couvercle.

TABLEAU XVII.

Teneur en %		Intensité minimum ayant produit
hydrogène	oxygène	l'explosion en ampères
66,66	32,45	22
64,00	33,9	34
42,66	53,54	28

Cette conclusion favorable nous amena à proposer une modification à l'arrêté ministériel du 15 mai 1919 sur l'éclairage des mines à grisou par lampes électriques portatives.

L'article 3 de cet arrêté limitait en effet à 1 ampère et à 2,6 volts maximum les caractéristiques électriques des lampes dans lesquelles l'interruption et le rétablissement du courant se faisait par rotation du couvercle, le dépassement de l'un ou l'autre de ces maxima entraînant obligatoirement le placement d'un interrupteur dans une espace non accessible aux gaz de la batterie.

Nos expériences permirent d'élargir cette clause restrictive et les valeurs limites de 1 ampère et 2,6 volts devinrent en vertu de l'arrêté ministériel du 5 avril 1934, 2 ampères et 4,5 volts.

Les incitends signalés au début de ce chapitre remirent en question le sujet qui nous avait préoccupés en 1934.

Au cours de l'année 1946, nous avons porté tout spécialement notre attention sur le dégagement gazeux des accumulateurs après le chargement. Cette étude rappelle celles que nous avons faites jadis sur les émissions de gaz d'abord dans les batteries de traction (voir rapport sur les travaux de 1931 - Annales des Mines de Belgique - Tome XXXIII - Année

1932 - pages 154 et suivantes), puis sur les batteries de lampe (voir rapport sur les travaux de 1939 - Annales des Mines de Belgique - Tome XLI - Année 1940 - pages 30 et suivantes).

En 1931, nous avions constaté que les accumulateurs fer-nickel dégageaient pendant la charge des quantités importantes d'hydrogène et d'oxygène, ces deux gaz étant en proportion convenable pour la réalisation d'un mélange explosible.

Le dégagement continuait également, mais en quantités moindres pendant la période de repos s'écoulant entre la charge et la décharge. Celle-ci ne produisait pas de dégagement, mais bien une réabsorption du gaz tonnant.

Quelques expériences moins poussées que les précédentes sur des gros accumulateurs au plomb donnèrent lieu aux mêmes constatations.

Enfin, en 1939, nous avons expérimenté un élément au plomb pour lampe portative. Pendant la charge, il y avait dégagement d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène avec prédominance du second, dont la teneur atteignait parfois 17 fois celle du premier.

Pendant la période de repos entre la charge et la décharge, l'accumulateur ou bien dégageait, puis réabsorbait du gaz ou bien en réabsorbait seulement.

Au cours de la décharge, il y avait soit réabsorption, soit dégagement de gaz. Dans le second cas, le volume de gaz libéré n'avait pas dépassé 13,4 cm3.

Mais le but principal de ces expériences était de déterminer la composition et la quantité du gaz mis en liberté et pour l'atteindre, nous avions pris soin de faire fonctionner les éléments en vase clos, c'est-à-dire, dans des conditions telles que le pouvoir diffusant de l'hydrogène ne pouvait intervenir.

Les recherches que nous avons faites en 1946 ont été réalisées sur des lampes portatives montées normalement

(couvercle et pot assemblés conformément à la réalité) et fonctionnant à l'air libre.

c) Etude des dégagements gazeux dans les lampes alcalines après chargement (1946).

Nous avons examiné successivement les dégagements gazeux se produisant d'abord dans la période de repos s'écoulant entre le chargement et la décharge, puis pendant la décharge.

1. — *Dégagement gazeux pendant la période de repos.*

Dans cette étude, nous nous sommes efforcés de reproduire ce qui s'était passé en 1946 dans les lampisteries du Bassin de Charleroi.

Comme nous le savons déjà, l'explosion s'est produite sept heures après la fin du chargement, soit trois heures après le montage du couvercle sur le pot. Dans les quatre heures qui ont précédé la fermeture de la lampe, le gaz stagnant au-dessus de l'électrolyte avait pu se dégager à l'air libre. A moins que cette diffusion n'ait été contrariée par suite d'un défaut des soupapes d'échappement.

A ce propos, il convient de rappeler que l'accumulateur ne communique pas librement avec l'extérieur. Une seule ouverture est prévue dans le fond supérieur de chaque élément, mais elle est fermée par un bouchon permettant l'évacuation des gaz sans perte d'électrolyte.

La figure 16 représente deux types différents 1 et 2 de ces bouchons. Dans chacun d'eux, il existe un canal bifurqué (C) dont les orifices supérieurs sont cachés par une bague élastique en caoutchouc (B), faisant office de soupape d'échappement. L'anneau (A) assure l'étanchéité du bouchon. Lorsque la pression à l'intérieur de l'accu s'élève, la bague B se dilate pour laisser échapper le gaz.

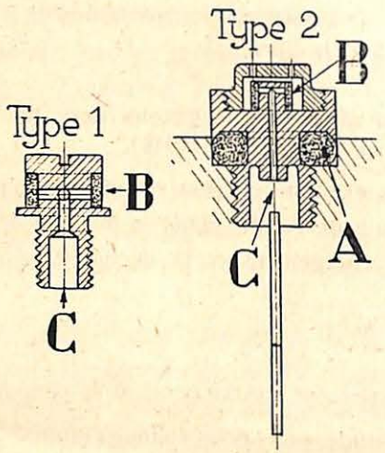


Fig. 16.

Ces bouchons, retenons-le, ne sont retirés que pour l'introduction de l'élecrolyte ou pour l'examen et le remplacement de la soupape.

Pour déterminer la composition du mélange se formant dans le couvercle pendant la période de repos, nous avons procédé de la manière suivante.

Après chargement, l'accumulateur, toujours muni des deux bouchons, reste découvert pendant un certain temps. On ferme ensuite la lampe en vissant sur le pot, la tête (ou couvercle) dans laquelle l'ampoule et autres accessoires sont remplacés par une plaque d'acier (P) portant un tuyau (T). Celui-ci est alors relié au flacon (F) de prélèvement rempli d'eau (voir croquis figure 17).

La lampe reste ainsi fermée jusqu'au moment où on balaye le gaz dégagé par l'accumulateur en vidant le flacon de prélèvement.

Le volume d'air participant au balayage est égal à la

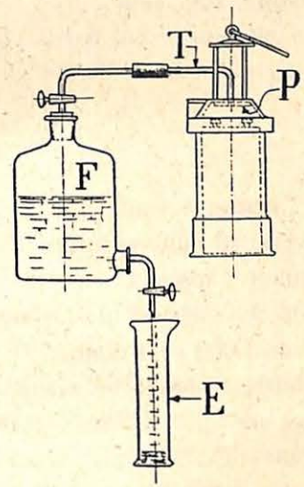


Fig. 17.

quantité d'eau (500 ou 1.000 cm3) recueillie dans l'éprouvette graduée (E).

Le mélange d'air et de gaz tonnant admis dans le flacon (F) est soumis ensuite à l'analyse par la méthode des basses températures.

Au cours de nos expériences, nous avons fait varier trois facteurs d'influence certaine sur la formation du mélange explosif, soit la durée du chargement, le délai s'écoulant entre la fin du chargement et la fermeture de la lampe, le délai s'écoulant entre la fermeture et le prélèvement du gaz.

Après le prélèvement, la lampe était mise en décharge sur l'ampoule. Nous indiquons ci-après les résultats obtenus avec trois lampes de types différents.

Lampe type 522 de la Société de Loncin.
(Lampe ayant donné l'explosion signalée précédemment).

Accumulateur de 15 ampères-heure (éléments usagés).
Régime normal de charge : 4 ampères pendant 7 heures.

Ampoule de 2,6 volts, 1,35 amp.
Assemblage de la tête sur le pot par 3 1/4 filets.
Volume libre dans la tête au-dessus de l'accumulateur 94 cm3.

1er essai.

Charge pendant 7 heures à 4 ampères.
Lampe restée ouverte 20 minutes après le chargement.
Prélèvement 45 minutes après la fermeture.
Le gaz se trouvant à l'intérieur de la lampe a été balayé par le passage de 1.000 cm3 d'air.
L'analyse du mélange a donné les résultats suivants :

Hydrogène	0,187
Oxygène	23,50
Azote	76,20
Gaz acides	0,12
	100.007

Pour calculer la quantité d'hydrogène se trouvant dans la lampe au moment du prélèvement, il suffit d'effectuer le produit du volume du mélange analysé par la teneur centésimale en hydrogène ressortant de l'analyse, soit

$$\frac{1000 \times 0{,}187}{100} = 1{,}87 \text{ cm3 d'hydrogène.}$$

En examinant la composition du mélange, on remarque que le rapport entre les teneurs d'oxygène et d'azote (0,308) est supérieur à celui caractérisant l'air atmosphérique (0,264).

En plus de l'hydrogène, l'accumulateur dégage aussi de l'oxygène. A titre d'exemple, le calcul établit comme suit les compositions respectives des deux constituants : gaz tonnant et air.

Composition du gaz tonnant	Hydrogène	1,87
	Oxygène	33,66
	Gaz acides	1,20
Composition de l'air	Oxygène	201,33
	Azote	762,00
	Total	1.000,07

Cet apport d'oxygène ne doit pas être pris en considération car il réduit le risque d'explosion. En effet, la substitution de l'oxygène à l'azote, dans un mélange hydrogène-air, fait passer de 4,15 à 4,65% la teneur minimum en gaz combustible à partir de laquelle le mélange devient inflammable.

Nous venons de citer la limite inférieure d'inflammabilité des mélanges hydrogène + air, soit 4,15% pour la propagation montante. Cette limite doit en effet entrer en ligne de compte dans la détermination du risque d'explosion.

Pour apprécier l'inflammabilité du gaz se trouvant dans la lampe, il nous suffira de vérifier si la quantité d'hydrogène libre est suffisante ou non pour atteindre la teneur explosive minimum, soit 4,15%.

En d'autres termes, il y aura risque d'explosion dans la lampe si le volume d'hydrogène décelé par l'analyse est supérieur ou égal à : $\frac{94 \times 4{,}15}{100} = 3{,}9$ cm3.

(94 : volume en cm3 subsistant dans la lampe lorsque le couvercle est en place;
4,15 : limite inférieure d'inflammabilité des mélanges d'hydrogène et d'air).

Dans la première expérience, la teneur en hydrogène dans la lampe était de $\frac{1{,}87}{94} = 0{,}02$ ou 2%.

Quarante-cinq minutes après la fermeture, le risque d'explosion était donc nul.

2e essai.

Charge : 4 ampères pendant 7 heures 45.
Lampe ouverte pendant 1 heure 30'.
Prélèvement 1 heure après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 7,75 cm3.
Après le prélèvement, on décharge l'accumulateur sur l'ampoule (durée de la décharge : 6 heures 30).

3e essai.

Charge : 4 ampères pendant 7 heures.
Lampe ouverte pendant 3 heures 15.
Prélèvement 3 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 0,18 cm3.
Après le prélèvement, on décharge l'accumulateur sur l'ampoule pendant 8 heures.

4e essai.

Charge : 4 ampères pendant 9 heures.
Lampe ouverte pendant 3 heures.
Prélèvement 3 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 0,39 cm3.
Après le prélèvement, on décharge l'accumulateur sur l'ampoule (6 heures).

5e essai.

Charge : 4 ampères pendant 9 heures.
Lampe ouverte pendant 3 heures.
Prélèvement, 2 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 0,18 cm3.
Après le prélèvement, on décharge l'accumulateur sur l'ampoule (8 heures).

6e essai.

Charge : 4 ampères pendant 8 heures.
Lampe ouverte pendant 2 heures.
Prélèvement 2 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 0.14 cm3.
Après le prélèvement, on décharge l'accumulateur sur l'ampoule (8 heures).

7e essai.

Charge : 4 ampères pendant 12 heures.
Lampe ouverte pendant 3 heures.
Prélèvement 2 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 0,92 cm3.

Pour toutes ces expériences, la quantité d'hydrogène se trouvant dans la tête de la lampe était inférieure à 3,9 cm3, volume minimum nécessaire pour que la limite inférieure d'inflammabilité (4,15%) soit atteinte.

On remarquera que le temps de repos avant la fermeture de la lampe est toujours resté inférieur à ce qu'il avait été au charbonnage (4 heures); or il est certain que la réduction de cette période de repos est favorable à la formation d'un mélange explosif au-dessus de l'accumulateur.

Lampe de la Compagnie d'Arras.
(présentée par la Société de Loncin)

Accumulateur S. A. F. T. de 16 ampères-heure.
Régime normal de charge : 4 ampères pendant 5 heures.
Ampoule de 2,6 volts, 1,4 ampère.
Assemblage de la tête sur le pot par 4 1/4 filets.
Volume libre dans la tête et au-dessus de l'accumulateur : 76 cm3.

1er essai.

Charge : 4 ampères pendant 7 h. 50.

Lampe ouverte pendant 2 h. 20.
Prélèvement 2 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 2,61 cm3.
Après le prélèvement, la lampe est allumée pendant 8 heures.

2e essai.
Charge 4 ampères pendant 5 heures.
Lampe ouverte pendant 3 heures 30.
Prélèvement 1 h. 50 après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 1 cm3 .
Après le prélèvement, la lampe est allumée pendant 8 heures.

3e essai.
Charge : 4 ampères pendant 6 heures.
Lampe ouverte pendant 2 h. 20.
Prélèvement 2 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 1,77 cm3.
Après le prélèvement, la lampe est allumée pendant 8 heures.

4e essai.
Charge 4 ampères pendant 5 heures.
Lampe ouverte pendant 2 h. 30.
Prélèvement 2 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 0,88 cm3.
Après le prélèvement, la lampe est allumée pendant 8 heures.

L'espace libre dans la lampe étant de 76 cm3, l'explosion du mélange formé au-dessus de l'accumulateur est possible dès que le volume d'hydrogène dégagé atteint

$$\frac{76 \times 4{,}15}{100} = 3{,}15 \text{ cm3.}$$

Pour aucun des 4 essais, cette condition ne s'est réalisée.

Le volume d'hydrogène a été relativement élevé pour les essais 1 et 3 (2,61 et 1,77 cm3); ce qui est dû au régime de charge (31 et 24 ampères-heures) supérieur à celui indiqué par le constructeur, soit 4 x 5 = 20 ampères-heures.

Lampe à main de la Société belge d'Applications électriques.

Accumulateur NIFE de 15 ampères-heures.
Régime normal de charge : 3,75 ampères pendant 6 heures ou 2,5 ampères pendant 9 heures.
Ampoule de 2,6 volts - 1,25 ampère.
Assemblage de la tête sur le pot par 2 1/2 filets.
Volume libre dans la tête et au-dessus de l'accumulateur : 110 cm3.

1er essai.
Charge : 3,75 ampères pendant 6 h. 20.
Lampe ouverte pendant 2 heures.
Prélèvement 1 h. 15 après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 0,78 cm3.
Après le prélèvement, la lampe est allumée pendant 6 heures.

2e essai.
Charge : 3 ampères pendant 8 heures 15.
Lampe ouverte pendant 2 h. 45.
Prélèvement 2 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 0,96 cm3.
Après le prélèvement, la lampe est allumée pendant 6 heures.

3e essai.
Charge : 4 ampères pendant 5 h. 30.
Lampe ouverte pendant 1 h. 50.

Prélèvement 2 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène dans la lampe : 0,45 cm3.
L'accumulateur n'est pas déchargé.

4e essai.

Charge : 3,5 ampères pendant 7 heures 15.
Lampe ouverte pendant 2 heures 15.
Prélèvement 2 heures après la fermeture.
Volume d'hydrogène : **4,39 cm3.**

Pour qu'il y ait un mélange explosif dans la lampe, il faut un dégagement de

$$\frac{110 \times 4{,}15}{100} = 4{,}56 \text{ cm3 d'hydrogène.}$$

Pour les trois premiers essais, le régime de charge était voisin de celui indiqué par le constructeur, soit 22,5 ampères-heure.

Pour le quatrième, la charge à 3,50 ampères a duré 7 heures 15 ce qui conduit à 25,4 ampères-heure, chiffre légèrement supérieur au chargement normal.

Cet essai a donné néanmoins un dégagement d'hydrogène (4,39 cm3) pour lequel la teneur explosive était près d'être réalisée.

Il faut en voir la raison dans le fait que l'accumulateur n'a pas été mis en décharge après le 3me essai et a subi de ce fait un chargement double, donc exagéré.

La même lampe a été soumise ensuite à trois autres expériences pour lesquelles il n'y a pas eu d'analyse du mélange. Nous avons vérifié seulement si l'étincelle d'une bobine d'induction à haute tension provoquait une explosion dans la lampe. Celle-ci était pourvue à cette fin d'une bougie d'allumage placée comme indiqué à la figure 18.

Dès la fin du chargement, on mettait la tête en place, puis on faisait éclater de temps à autre un train d'étincelles .

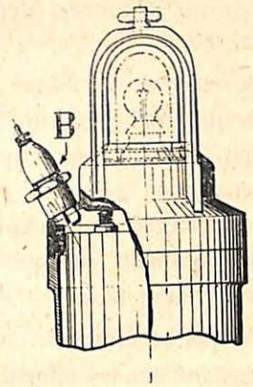


Fig. 18.

Nous donnons ci-après les conditions dans lesquelles ces essais ont été réalisés :

1er essai.

Charge : 3 ampères pendant 8 heures. — Pas d'explosion 15 et 30 minutes après la fermeture de la lampe.

2e essai.

Charge : 3 ampères pendant 8 heures. — Explosion 30 minutes après la fermeture de la lampe.

3e essai.

Charge : 3 ampères pendant 8 h. 40 .— Pas d'explosion 15, 30 minutes et 1 heure après la fermeture.

Le second essai seul a donné une explosion, mais il faut retenir que nous avons mis tout en œuvre pour obtenir ce résultat positif.

En résumé, la présence d'un mélange explosif dans la lampe au moment de sa mise en service est peu probable si le chargement reste conforme à celui indiqué par le constructeur

et si l'accumulateur reste découvert deux ou trois heures après la fin de la charge.

Cette conclusion permettrait d'indiquer dès maintenant une solution du problème qui nous préoccupe; il suffirait en effet de construire les lampes de telle sorte qu'une fois allumées, la manœuvre d'extinction ne soit plus possible. L'allumage au début du poste ne donnerait pas d'explosion et il ne pourrait s'en produire ultérieurement, puisque le circuit d'alimentation resterait définitivement fermé.

Mais nous pensons que ce mode de construction ne serait pas accueilli favorablement par les mineurs, ceux-ci préférant être à même dans certaines circonstances, d'économiser ou d'utiliser à volonté l'énergie lumineuse mise à leur disposition.

d) Dégagement gazeux pendant la décharge.

Pour vérifier s'il se formait un mélange explosif dans la lampe pendant la décharge, nous n'avons plus comme précédemment, opéré des prélèvements et soumis ceux-ci à l'analyse chimique; nous nous sommes limités à vérifier l'inflammabilité du gaz en faisant éclater à l'intérieur du couvercle les étincelles d'une bobine d'induction à haute tension.

Après chargement, l'accumulateur était laissé au repos, c'est-à-dire, inactif pendant un certain temps, après quoi on procédait à la décharge. Pendant la période de repos, la tête de la lampe était soit mise en place comme pour le service normal, soit retirée du pot.

Pendant la décharge, la tête étant vissée sur le pot, on faisait éclater périodiquement, c'est-à-dire en moyenne une fois toutes les heures un train d'étincelles. Nos essais ont porté sur deux lampes déjà mentionnées précédemment : celle de la Cie d'Arras et celle de la Société Belge d'Applications électriques.

1. — *Lampe de la « Compagnie d'Arras ».*

L'ampoule et le verre sont enlevés. Le disque en ébonite servant normalement de support à la douille dans laquelle se place l'ampoule, est remplacé par un disque de même matière et traversé par 3 électrodes. Deux de celles-ci servent de prises de courant, soit pour la charge, soit pour la décharge et la troisième de bougie d'allumage.

Après le chargement, la tête était retirée du pot pendant un certain temps, puis remise en place pour la décharge.

La décharge se faisait dans l'ampoule normale (2,6 volts, 1,4 ampère), celle-ci étant reliée par des fils aux deux électrodes de prise de courant.

1er essai.

Charge : 3 ampères pendant 8 heures.
Repos 3 heures lampe ouverte.
Décharge 1,4 ampère (ampoule) pendant 9 h. 20.
Pas d'explosion pendant la décharge.

2e essai.

Charge : 3 ampères pendant 8 heures.
Repos 2 heures lampe ouverte.
Décharge, 1,4 ampère (ampoule) pendant 10 heures.
Pas d'explosion pendant la décharge.

3e essai.

Charge : 3 ampères pendant 8 h. 45.
Repos 1 h. 30 lampe ouverte.
Décharge 1,4 ampère (ampoule) pendant 12 heures.
A la fin de la décharge, l'ampoule n'éclaire plus.
Pas d'explosion pendant la décharge.

2 — *Lampe de la « Société belge d'Applications électriques ».*

L'essai du mélange était réalisé par une bougie d'allumage fixée sur la face latérale du couvercle.

Onze essais ont été faits sur cette lampe. Pour les quatre premiers, la tête ou couvercle était munie du verre et de l'ampoule comme pour le service normal. Pour les sept essais suivants, le couvercle sans ampoule ni verre, était fermé par un disque d'ébonite portant deux électrodes. Cette seconde disposition permettait de maintenir la lampe, soit ouverte pendant la période de repos, soit fermée pendant les trois expériences de chargement, de repos et de décharge.

Pour chaque essai, la décharge se faisait sur une ampoule à 1,70 ampère, donc d'une consommation plus élevée que celle prévue par le constructeur (1,25 ampère).

Nous avons procédé ainsi, estimant que l'exagération du courant de décharge ne pouvait qu'être favorable à la formation d'un mélange explosif.

Essai 1.

Charge : 4 ampères pendant 6 h. 15.
Repos pendant 15 h. 30 (lampe ouverte).
Décharge dans l'ampoule à 1,75 ampère pendant 6 h. 45.

Essai 2.

Charge : 3 ampères pendant 8 heures.
Repos pendant 2 h. 15 (lampe ouverte).
Décharge dans l'ampoule pendant 8 h. 20.
Pas d'explosion pendant la décharge.

Essai 3.

Charge : 3 ampères pendant 8 heures.
Repos pendant 2 h. 30 (lampe ouverte).
Décharge dans l'ampoule pendant 7 heures.
Pas d'explosion pendant la décharge.

Essai 4.

Charge : 3 ampères pendant 8 h. 40.
Repos pendant 1 h. 30 (lampe ouverte).
Décharge pendant 6 heures.
Quatre explosions après le début de la décharge, l'étincelle provoque une explosion dans la lampe, une flamme jaune traverse le filetage.
Au moment de l'explosion, l'ampoule éclaire très faiblement.

Essai 5.

Charge : 3 ampères pendant 9 heures.
Repos pendant 2 heures (lampe fermée).
Décharge pendant 9 heures.
A la fin de la décharge, l'ampoule n'éclaire plus.
Pas d'explosion pendant la décharge.

Essai 6.

Charge : 4 ampères pendant 7 heures.
Repos pendant 18 heures (lampe fermée).
Décharge pendant 7 heures.
A la fin de la décharge, l'ampoule n'éclaire plus, à ce moment, l'étincelle provoque une explosion très faible dans la lampe. La flamme ne traverse pas le filetage.

Essai 7.

Charge : 2 ampères pendant 10 heures.
Repos pendant 5 heures (lampe ouverte).
Décharge à 1,75 amp pendant 9 heures.
A la fin de la décharge, l'ampoule éclaire très faiblement.
Pas d'explosion pendant la décharge.

Essai 8.

Charge : 2 ampères pendant 10 heures.
Repos 15 heures (lampe fermée).
Décharge pendant 7 heures.
Pas d'explosion pendant la décharge.

Essai 9.

Charge : 4 ampères pendant 8 h. 30.
Repos 4 heures (lampe ouverte).
Décharge pendant 10 h. 30.
A la fin de la décharge, l'ampoule est éteinte.
Pas d'explosion pendant la décharge.

Essai 10.

Charge 21 heures à 3 ampères.
Repos 3 heures (lampe ouverte).
Décharge pendant 8 h. 30.
Pas d'explosion dans la lampe.

Essai 11.

Charge : 2 ampères pendant 19 heures.
Repos 2 heures (lampe ouverte).
Pas d'explosion pendant la décharge.
Après la décharge, la lampe est restée fermée.
On a pu y produire une explosion 21 h. 30 et 31 heures après la fin de la décharge.
Chaque fois l'explosion a été très faible et sans sortie de flamme par le filetage.

Trois essais ont donc permis de mettre en évidence la formation d'un mélange explosif.

Chaque fois que nous avons pu provoquer l'explosion pendant la décharge, l'ampoule éclairait très faiblement ou même plus du tout; l'accumulateur dont la capacité n'était d'ailleurs pas adaptée à la consommation de l'ampoule, débitait donc dans des conditions anormales.

Il semble néanmoins qu'il ne faille pas exclure d'une manière absolue l'éventualité de la formation d'un mélange explosif à l'intérieur des lampes électriques portatives pendant la décharge.

Mais ce qui importe aussi, c'est de savoir si l'étincelle se produisant à l'allumage ou à l'extinction de l'ampoule par rotation du couvercle est capable d'allumer le mélange tonnant. Or, jusqu'ici nous ne sommes pas parvenus à réaliser cette inflammation.

Nos recherches ne sont pas terminées; nous les poursuivrons au cours de l'année 1947, car nous estimons qu'étant donné l'extension toujours croissante des lampes électriques portatives, elles présentent un sérieux intérêt pour la sécurité de nos mines.

Il est possible même qu'elles conduisent à une modification de notre règlement sur la construction des lampes portatives.

On peut se garantir contre l'éventualité d'une explosion intérieure, soit en rendant l'assemblage du pot étanche vis-à-vis de la flamme d'hydrogène, soit en permettant au contraire par des évents appropriés, l'évacuation du mélange explosif intérieur.

La première solution conduirait à une construction lourde et prohibitive, la seconde échappe à cette critique. On en arriverait ainsi à une construction analogue à celle de la lampe " Oldham „ décrite précédemment dont la batterie communique d'une manière permanente avec l'extérieur, ce que prévoit d'ailleurs le règlement français en ce qui concerne les lampes du type dit " de chapeau „.

Nous ajoutons que la diffusion rapide de l'hydrogène est un adjuvant favorable à la dilution continue du gaz tonnant et c'est vraisemblablement pour cette raison que les explosions dans les lampes sont relativement rares.

VI. — RECHERCHES SUR LE MATERIEL ELECTRIQUE ANTIGRISOUTEUX

Eclairage par fluorescence.

A la demande de la Société Philips, nous avons examiné les possibilités d'emploi dans les mines de ce mode d'éclairage utilisé actuellement d'une manière intensive dans les établissements industriels et commerciaux.

Rappelons-en d'abord brièvement le principe.

La décharge électrique à basse pression dans un tube de verre renfermant de la vapeur de mercure donne un rayonnement riche en rayons ultra-violets. Ce rayonnement en traversant des substances appropriées (tungstates, silicates, borates de calcium, de zinc, de glucinium, de cadmium) fixées sur la paroi interne du tube, produit par excitation, des radiations visibles qui seules s'échappent à l'extérieur.

Un choix judicieux des matières excitées permet de réaliser une émission lumineuse spectrale déterminée.

Les avantages du système sont une brillance modérée (d'où réduction de la fatigue visuelle), un rendement lumineux avantageux, une vie longue du tube lumineux, une robustesse supérieure à celle des ampoules à filament incandescent.

Il nous intéressait spécialement de vérifier si la rupture du tube à vapeur de mercure pouvait ou non enflammer une atmosphère grisouteuse.

Déjà en 1941, nous avions examiné un tube Philora T-L 100, mais celui-ci nous avait donné des résultats défavorables (1).

En 1946, la Société Philips nous a présenté deux autres types, l'un de 500 mm de longueur, l'autre de 370 mm, que nous avons pu briser sans provoquer son inflammation.

(1) Voir Rapport annuel sur les Travaux de 1941. Annales des Mines de Belgique, tome XLIII, 1942, pages 74 et suivantes.

Le tube de 370 mm, celui qui, par le fait de sa longueur plus faible et sa simplicité pourrait sans difficulté spéciale être utilisé pour l'éclairage souterrain, fonctionne conformément au schéma de la figure 19.

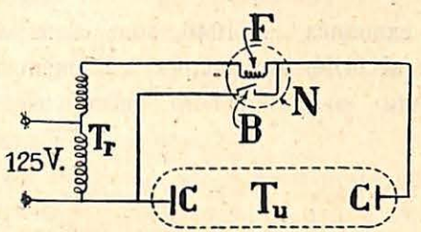


Fig. 19.

Le tube à vapeur de mercure T_u est connecté par les deux cathodes C, aux bornes d'un auto-transformateur T_r alimenté sous la tension alternative de 125 volts. Le tube est shunté par un bilame B, placé dans une ampoule au néon N, au voisinage d'un filament F parcouru par le courant total que débite l'auto-transformateur. Le bilame est fermé quand l'ampoule au néon est froide.

Lorsqu'on alimente l'auto-transformateur, le courant passant par le filament échauffe le gaz de l'ampoule, puis le bilame s'ouvre. La rupture du circuit dérivé sur le tube à vapeur de mercure provoque l'apparition d'une surtension de self. Celle-ci amorce entre les cathodes la décharge qui se maintient dans la vapeur de mercure, source des rayons ultra-violets.

En fonctionnant, le bilame reste ouvert à cause de l'échauffement résultant du passage du courant dans le filament; ce courant cesse et le bilame se referme lorsqu'on brise le tube à vapeur de mercure.

En toutes circonstances, les cathodes restent froides et pour cette raison, la rupture du tube en atmosphère grisouteuse ne provoque pas l'inflammation.

Le tube examiné en 1941 était pourvu au contraire de cathodes chaudes, constituées par des filaments qui, par le jeu du relai au néon, recevait un surcroît de courant dès la rupture du tube. Une minute plus tard, la température des cathodes était suffisante pour provoquer l'explosion du grisou.

Les tubes examinés en 1946, sont donc supérieurs au point de vue sécurité, aux lampes à filament incandescent dont la rupture en atmosphère grisouteuse est toujours dangereuse.

VII. — LA LUTTE CONTRE LES POUSSIERES

(au point de vue de l'hygiène).

Les masques ne constituent certes pas la solution la meilleure pour protéger les travailleurs de la mine contre les poussières; bien plus intéressants sont en effet les procédés qui tels l'arrosage et l'injection en veine s'attaquent aux particules solides avant même qu'elles ne soient mises en suspension dans l'atmosphère.

Il est des cas néanmoins où la seule protection acceptable est de soustraire les voies respiratoires à l'inhalation des poussières fines soit en filtrant l'air aspiré, soit en refoulant l'atmosphère nocive par un afflux d'air non poussièreux; les masques à organe filtrant et ceux à vent soufflé répondent à ce but.

Au cours de l'année 1946, l'Institut National des Mines a examiné quatre masques du premier genre et un du second.

Cette étude fait l'objet d'une note rédigée par Monsieur l'Ingénieur principal Brison et figurant en annexe à ce rapport (Annexe I).

VIII. — APPAREILS ELECTRIQUES ET DIVERS EXAMINES EN 1946.

En plus des appareils déjà mentionnés précédemment, nous avons, au cours de l'année 1946, examiné :

a) 10 appareils électriques soit : 3 moteurs, 1 transformateur, 2 coffrets de manoeuvre ,1 téléphone ,1 sonnerie trembleuse, 1 génératrice pour éclairage de locomotive Diesel et 1 lampe électropneumatique;

b) deux types de tuyau souple à air comprimé permettant l'écoulement au sol des charges d'électricité statique, ce qui est réalisé par l'introduction de matières conductrices dans le caoutchouc;

c) un dispositif d'amarrage pour tuyaux d'air comprimé à grande section de passage. Ce dispositif a pour objet de s'opposer au déboîtement de tuyaux à fort débit, déboîtement ayant déjà provoqué des blessures graves au personnel;

d) un turbo-ventilateur;

e) une locomotive Diesel.

En annexe IV, on trouvera un relevé des appareils et engins divers agréés en 1946 par la Direction générale des Mines sur proposition de l'Institut National des Mines.

IX. — TRAVAUX DU LABORATOIRE DE CHIMIE DU SERVICE SECURITE DES MINES.

Au cours de l'année 1946, le laboratoire de chimie du Service de Sécurité des Mines a procédé à l'analyse de :

8	échantillons	d'explosif;
4	id	de produits utilisés pour la fabrication des gaines;
5	id	d'huile pour lampe;
2	id	d'eau (analyses demandées par le Service Géologie);
32	id	de charbon;
83	id	de poussières charbonneuses neutralisées;
3	id	de gaz émis par une locomotive Diesel;
147	id	d'air grisouteux prélevé pour une recherche spéciale effectuée à la demande de M. Hoppe, Ingénieur en chef-Directeur du 1er Arrondissement minier;
524	id	d'air grisouteux prélevés par MM. les Ingénieurs du Corps des Mines, en vertu de la circulaire n° 13B/5147 du 29/1/1939.

Le même laboratoire a mis également au point une méthode de titrage de l'humidité dans les explosifs.

Cette méthode consiste à expulser l'humidité par l'action de la chaleur sur une dissolution de l'explosif dans du benzol cristallisable à point d'ébullition 80-82. Dans le condensat, le benzol et l'eau se séparent par ordre de densité et on détermine la seconde par volumétrie.

Ce travail fait l'objet d'une note annexe (Annexe III) rédigée par M. G. Nenquin, chimiste, attaché à l'Institut.

X. — LABORATOIRE DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

Recherches sur la combustion du méthane.

L'étude de la combustion du méthane figure depuis 1938 au programme des recherches scientifiques exécutées à l'Institut National des Mines (1).

La connaissance approfondie de ce phénomène et des facteurs qui en conditionnent l'allure est en effet d'importance primordiale pour les expérimentateurs chargés d'étudier les mesures assurant la sécurité du travail dans les mines grisouteuses.

Pendant l'année 1946, nous avons abordé quatre questions dont certaines n'ayant pu être élucidées seront reprises au cours des exercices prochains.

On trouvera ci-après un bref aperçu de l'état d'avancement de ces travaux.

α) Etude de la combustion photosensibilisée du méthane.

Rappelons que le mécanisme en chaîne de la combustion du méthane proposé par M. Van Tiggelen se faisait à l'intervention des centres propagateurs dont les principaux seraient CH_3 et OH.

---

(1) Les travaux exécutés dans ce domaine par l'Institut ont fait l'objet de notes annexes aux Rapports annuels publiés dans les Annales des Mines de Belgique. Nous les citons ci-après dans l'ordre chronologique :

1. Contribution à l'étude spectroscopique du mécanisme de la combustion du méthane. - L. Coppens. A. M. B. Tome XLI année 1940, page 177.
2. L'oxydation du méthane photosensibilisée par l'acétone. - Ad. Van Tiggelen. A. M. B. Tome XLIII, année 1942, page 117.
3. Note sur l'interprétation du spectre d'absorption dans l'ultra-violet d'un mélange $2\,CH_4 + O_2$ soumis à la combustion lente. - Ad. Van Tiggelen. A. M. B. Tome XLV, année 1944, page 41.
4. Photo-sensibilisation et inhibition dans la combustion du méthane. - Ad. Van Tiggelen. A. M. B. Tome XLVI, année 1946, page 159.

La preuve a été faite au cours des années 1940-1944 que le radical CH_3 jouait un rôle actif; il restait à vérifier s'il en était de même pour le radical OH.

Ce point à élucider figurait au programme des travaux de 1946.

Nous avons préparé les radicaux OH par la décomposition photochimique de l'ammoniac soit :

$$NH_3 + h\nu = NH_2 + H$$
$$H + O_2 \rightarrow OH.$$

En irradiant un mélange $CH_4 + O_2$ renfermant un peu d'ammoniac, nous avons constaté en effet une oxydation du méthane dès la température de 300° (1).

Cette constatation ne permettait cependant pas de conclure avec certitude à l'intervention du radical OH.

On pouvait en effet supposer également la formation du radical CH_3 suivant l'équation :

$$CH_4 + NH_2 = NH_3 + CH_3$$

Nous espérions lever cette indétermination par l'étude cinétique de la réaction, c'est-à-dire, en déterminant la vitesse de l'oxydation en fonction de la température et des concentrations.

Mais les variations de vitesse observées étant du même ordre de grandeur que les erreurs expérimentales, il ne nous fut pas possible de départager avec précision les actions respectives des radicaux CH_3 et OH.

Nous comptons cependant reprendre cette étude ultérieurement en utilisant d'autres sensibilisateurs photochimiques tels que le cétène, le diazométhane.

---

(1) Notons qu'en l'absence de centre propagateur, le méthane ne subit l'oxydation qu'à partir de 380° environ.

b) Etude des inhibiteurs.

Nous avons ensuite abordé la question de l'inhibition par les chlorure et bromure de méthyle. Il avait déjà été constaté, au cours de l'année 1943, que l'iodure de méthyle arrêtait la combustion photosensibilisée du méthane par l'acétone. Nos expériences ont permis de constater que ni le chlorure ni le bromure de méthyle ne possédait l'action inhibitrice de leur homologue, l'iodure.

Le fait ressort des constatations que nous avons faites au cours de 19 expériences de combustion réalisées sous l'action des rayons ultra-violets, les unes en présence, les autres en l'absence de l'inhibiteur.

Nous donnons ci-après les résultats de trois de ces expériences.

Dans des conditions tout à fait comparables de température (288°) et de concentration en méthane et oxygène, nous avons noté une combustion :

de 0,38 cm3 en l'absence d'inhibiteur;
de 1,39 cm3 en présence du chlorure de méthyle;
et de 4,37 cm3 en présence du bromure de méthyle.

c) Etude de la combustion lente par voie thermique.

Nous avons ensuite porté nos investigations sur la combustion lente par effet thermique pur, c'est-à-dire, sans intervention d'un sensibilisateur.

Par suite du défaut de reproductibilité dû vraisemblablement aux parois, les lois cinétiques de cette réaction restent encore sujettes à révision.

Nous avons entrepris cette étude en prenant des précautions tout à fait spéciales dans le traitement des parois et la conduite des expériences.

Jusqu'à présent, nous avons vérifié que la combustion lente débute vers 380° et qu'elle est précédée d'une période

d'induction assez longue, fonction de l'état des parois et de la température. (On désigne par " période d'induction „ la phase d'oxydation extrêmement lente précédent celle de combustion plus rapide).

Pour fixer les idées, disons qu'à la température de 380°, il faut 3 heures (période d'induction) pour oxyder 1% à peine du méthane et 1 1/2 heure (temps de demi-réaction) pour en brûler ultérieurement 49%.

Nous avons établi ensuite que la période d'induction est indépendante de la présence de corps fugaces tels que les radicaux libres.

Dans une série d'expériences, quatre cellules en pyrex ont été maintenues à la température de 392°, deux d'une manière permanente, les deux autres avec deux interruptions de 15 minutes pendant lesquelles elles ont été ramenées à la température du laboratoire (19°).

Pour une même durée totale de chauffage, soit 4 1/2 heures, la période d'induction est restée inchangée pour les 4 mélanges expérimentés.

Or, à la température ordinaire, la concentration en radicaux libres est nulle.

Ces constatations assez troublantes semblent infirmer l'intervention des réactions en chaîne au moins pendant la période d'induction.

d) Inflammation du méthane en milieu ionisé.

Parmi les facteurs paraissant capables de jouer un rôle dans l'inflammation, il en est un sur lequel notre attention a été attirée en ces derniers temps; il s'agit de l'état électrique de l'air souterrain.

Bien que l'air se comporte normalement comme un isolant, il peut, dans certaines circonstances, présenter une conductibilité électrique très faible, mais mesurable.

Ce phénomène appelé ionisation aurait pour origine, d'après les théories modernes de la physique, le détachement d'électrons des molécules gazeuses qui reviendraient de ce fait électrisées positivement, tandis que les électrons libérés s'attachant à des molécules primitivement neutres, communiqueraient à ces dernières une charge négative.

Ce processus conduit donc à la formation d'ions ou molécules gazeuses chargées soit positivement, soit négativement, mais capables toutes de décharger des corps électrisés.

Quant au point de départ de ce phénomène, soit la mise en liberté des électrons, on l'attribue en ce qui concerne l'air des mines, aux émanations radioactives des terrains.

Nous ne savons jusqu'à quel point la chose est exacte; il est bien établi cependant par des mesures indiscutables que l'atmosphère souterraine présente un degré d'ionisation bien supérieur à celui de l'air de la surface.

Deux expérimentateurs allemands, Rossinger et Funder, ont déterminé jadis dans une mine métallique de Clausthal et à l'aide d'un électromètre à fil, les charges électriques transportées par l'air, soit au repos, soit en mouvement (1).

Dans le premier cas, les densités étaient de 4.000 ions positifs et de 8.000 ions négatifs par cm3; dans le second cas, ces densités atteignaient respectivement 12.000 et 18.000.

Les expérimentateurs font observer que ce sont là des maxima correspondant au degré hyygrométrique le plus bas.

A la surface la densité moyenne en ions était de 700 par cm3.

La comparaison de ce dernier chiffre avec les précédents fait ressortir l'accroissement considérable que subit l'état électriques du courant d'air ventilant les travaux souterrains.

Ce fait a été confirmé récemment par des mesures effectuées dans un charbonnage du Bassin de Liège à l'initiative de l'Institut d'Hygiène des Mines.

(1) Voir Glückauf, 15 septembre 1934, page 850.

Cette recherche en est encore à ses débuts, mais d'après les renseignements que nous devons à l'obligeance de M. R. Bidlot, Professeur à l'Université de Liège et Directeur de l'Institut d'Hygiène des Mines, l'ionisation de l'air dans les travaux souterrains vaudrait 3,3 fois celle observée à la surface.

Ces constatations nous ont amenés à rechercher si la réactivité du méthane se trouvait ou non modifiée par le fait de l'ionisation. Dans ce but, nous nous sommes proposés de déterminer la température d'inflammation et le retard à l'inflammation des mélanges air + méthane soit normaux, soit ionisés, la source d'ionisation étant le radon ou émanation du radium.

Ce dernier nous faisant défaut, nous avons été amenés à solliciter l'aide de Monsieur W. Mund, Professeur de chimie-physique à l'Université de Louvain qui poussa l'amabilité jusqu'à son laboratoire personnel à notre entière disposition.

Nous le prions de trouver ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

M. Vanpée, docteur en sciences, attaché à l'Institut, fut chargé de l'exécution de ce travail dont on trouvera en annexe II un compte rendu détaillé.

Comme on le constatera, le retard à l'inflammation et la température d'inflammation ne sont affectés que d'une façon insignifiante par la présence du radon, du moins aux températures inférieures à 700°.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1946

ANNEXE I

Etude de cinq masques antipoussières

par L. BRISON

Ingénieur principal des Mines, attaché à l'Institut

I. *Technique des essais.*

Nous avons mis à l'essai des masques protecteurs qui nous ont été soumis soit par leurs constructeurs, soit par l'Inspection Médicale du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale.

A la lumière des connaissances acquises sur l'action physiologique des poussières, il nous a paru indispensable d'effectuer un contrôle qualitatif et quantitatif de la capacité de rétention des masques. Nous avons, à cet effet, perfectionné notre technique de mesure en combinant le précipitateur thermique avec l'appareil d'essai des masques réalisé antérieurement par M. l'Ingénieur en chef J. Fripiat (1).

L'ensemble du dispositif expérimental est représenté par la fig. 20 et la photographie fig. 21.

(1) Cet appareil est décrit en détail dans le Rapport annuel sur les travaux de l'Institut National des Mines pour l'exercice 1938 (voir Annales des Mines de Belgique, Tome XL, page 171 et suivantes).

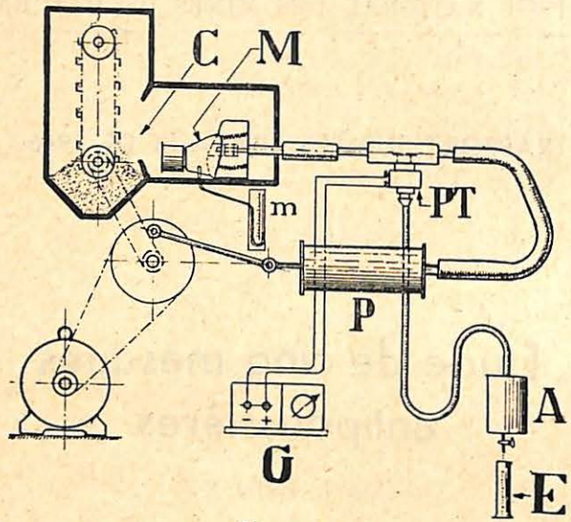


Figure 20
Schéma de l'appareil d'essai

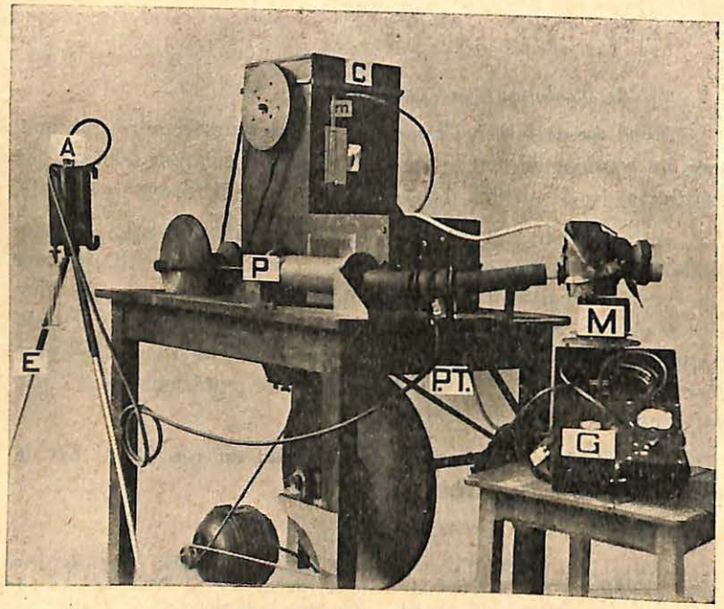


Figure 21
Ensemble du dispositif expérimental.

Une atmosphère très poussièreuse, de densité constante, est créée à l'intérieur de la chambre C par le mouvement d'une petite chaîne élévatrice dont les godets plongent, au bas de leur course, dans une trémie à poussières et déversent leur contenu au sommet de la chambre. Les particules solides ainsi mises en suspension dans l'air renferment 50 % de charbon et 50 % de schiste houiller, finement pulvérisés, traversant en totalité le tamis à 10.000 mailles par centimètre carré.

Le masque à essayer M, placé sur une « tête de bois » avec interposition d'un joint étanche au mastic, est logé dans une annexe latérale de la chambre C, où il est plongé dans le nuage poussiéreux tout en étant à l'abri des projections directes de particules solides.

Un tube en verre de 15 mm. de diamètre, traversant la « tête de bois » par l'intermédiaire d'une boite à bourrage, met la capacité intérieure du masque en communication avec un fort tuyau flexible de 750 mm. de développement aboutissant à une pompe à piston sans soupape P, — actionnée par le même moteur électrique qui entraîne la chaîne à godets.

Le piston de la pompe balaie alternativement, vingt fois par minute; un volume d'un litre, de manière à créer à travers le masque un courant d'air pulsatoire équivalent au courant respiratoire d'un homme de taille normale fournissant un effort moyen (1).

Les conditions d'épreuve du masque sont ainsi très voisines des conditions pratiques d'emploi au fond de la mine. Elles en diffèrent cependant sur deux points :

a) les deux phases d'aspiration et d'expiration réalisées par l'appareil sont symétriques et d'égale durée, alors qu'il n'en est pas ainsi dans la nature. D'après quelques expériences de contrôle auxquelles nous avons procédé, ce facteur ne paraît pas affecter le fonctionnement des masques ;

b) Les poussières qui traversent l'organe filtrant du masque sont en grande partie fixées dans les voies respiratoires, alors qu'il n'en est pas ainsi dans la pompe de notre appareil.

(1) Rappelons que la ventilation pulmonaire est fonction de l'intensité des efforts musculaires. Chez un adulte normalement développé, elle peut varier de 14 à 40 inspirations d'un litre, par minute, suivant que l'homme est en repos ou qu'il fournit un travail violent.

Il en résulte, lorsque les essais sont prolongés, un certain enrichissement en poussières de l'air contenu dans le conduit entre la pompe et le masque. Ce facteur est de nature à entacher nos mesures de concentration d'une certaine erreur par excès.

Le manomètre à eau (m), raccordé à la capacité intérieure du couvre-face, indique les variations des pressions et dépressions dues à la résistance des organes filtrants du masque pendant les phases d'inspiration et d'expiration.

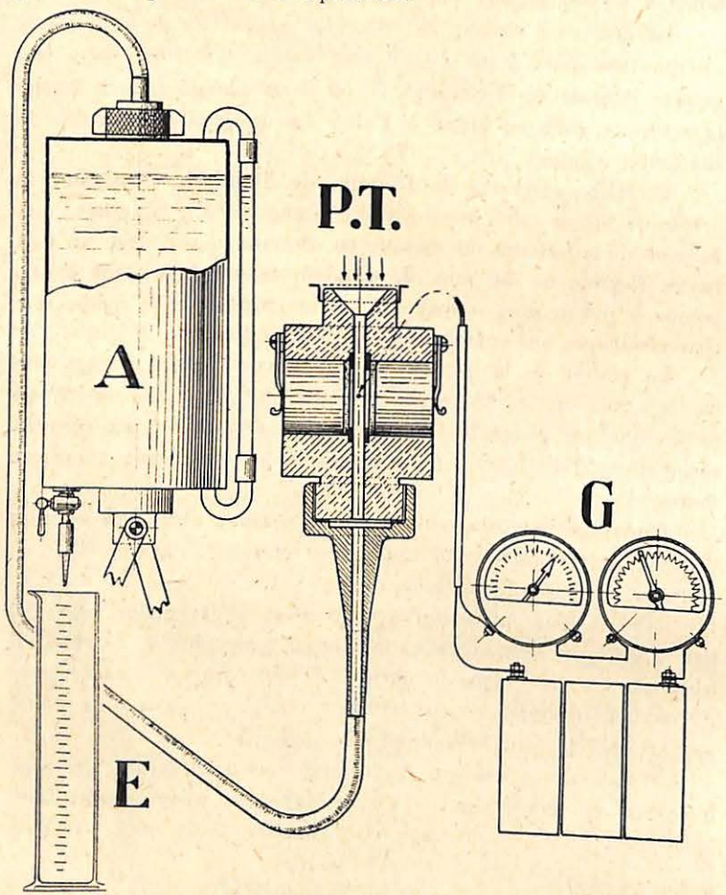


Figure 22
Schéma de principe du précipitateur thermique.

Un précipitateur thermique (P. T.) construit par la firme Casella de Londres, est placé à mi-longueur de la conduite reliant le masque à la pompe. Cet appareil permet de déterminer le nombre et la grosseur des particules solides entraînées dans la canalisation (dont la position correspond aux voies respiratoires supérieures).

Le précipitateur thermique comporte (fig. 22) un étroit canal de 0,5 mm. de largeur, au travers duquel un échantillon d'air est aspiré grâce à la dépression créée par écoulement de l'eau contenue dans le vase (A). Le jaugeage de l'eau écoulée dans l'éprouvette graduée (E) donne la mesure du volume d'air aspiré.

A travers le canal est tendu un filament chauffé électriquement. Sous l'effet des courants de convection au voisinage du corps chaud, il se forme autour de celui-ci une « gaine » imperméable aux poussières les plus fines, pour autant que la vitesse de l'air reste comprise entre certaines limites.

Les dimensions du filament et l'intensité du courant de chauffage sont choisies de telle sorte que le diamètre de la « gaine » soit supérieur à la largeur du canal. Dans ces conditions, les particules solides qui étaient entraînées dans l'air prélevé se déposent sur les parois du canal, à leur intersection avec la « gaine » d'arrêt. Ces parois sont localement constituées par de fines plaques de verre amovibles, auxquelles les poussières adhèrent parfaitement, sans aucun artifice.

L'examen des dites plaques sous un bon microscope pourvu d'un oculaire micrométrique permet le dénombrement des grains de poussières et l'estimation de leurs calibres.

Le rapport du nombre total de grains recueillis au volume de l'échantillon d'air capté donne la teneur en poussières en nombre de grains par centimètre cube.

Il importe, évidemment, pour que le comptage soit possible, que le dépôt de poussières sur les plaques du précipitateur ne soit pas trop dense : il faut qu'il se présente sous forme de grains isolés et non en agrégats de particules juxtaposées.

Le volume de l'échantillon d'air capté doit donc être adapté aux conditions d'expérience : de quelques centimètres

cubes dans le cas des milieux très poussiéreux, il passe à 100 ou 200 cm3 pour des atmosphères peu polluées .

Nous nous sommes assurés au préalable que les légères variations pulsatoires de la pression à l'endroit du captage ne perturbaient pas le fonctionnement du précipitateur thermique.

2. *Etude de masques filtrants.*

Détermination de la teneur en poussières dans la chambre de l'appareil d'essai.

Cette mesure est indispensable pour fixer les conditions d'essai. Nous y avons procédé comme suit : Dans le dispositif de la fig. 20, nous avons supprimé le masque. Dès lors, la pompe (P) aspirait tel quel l'air de la chambre (C), dont nous prélevions un échantillon au précipitateur thermique.
Le comptage au miscroscope nous a donné :

Nombre de particules par centimètre cube d'air : 130.000.

Dimensions des particules : de 0 à 5 microns, avec majorité de particules de diamètre inférieur à 1 micron.

Cette teneur est au moins 10 fois plus élevée que celle des lieux les plus poussiéreux des ateliers de travail souterrains.

Il nous a paru intéressant de déterminer aussi la teneur gravimétrique de l'air en particules solides. Cette mesure a été faite par filtration, en introduisant dans le tube en verre de la « tête de bois » (dépourvue de masque) un tampon d'ouate fortement tassé de 50 mm. d'épaisseur, maintenu par des rondelles en fine toile métallique.

La quantité de poussière retenue a été déterminée par comparaison des pesées du tube filtrant avant et après l'essai. Avant chaque pesée, le tube fut maintenu pendant 1 h. 30 à l'étuve. Le volume d'air aspiré résultait du comptage des cycles de la pompe (P).

Nous avons trouvé, comme moyenne de trois essais, une teneur de 4,335 grammes par mètre cube d'air (± 0,335 gr/m3)

Il est clair que cette mesure gravimétrique n'est pas rigoureuse, car les poussières les plus fines traversent le filtre sommaire que nous avons utilisé. Nous pensons néanmoins que

l'erreur commise n'est pas grande : le poids des grains de poussières étant proportionnel au cube de leur diamètre, l'incidence des grains les plus petits sur le poids total de l'échantillon est faible vis-à-vis de l'influence des particules les plus grosses : une particule de 0,5 micron de diamètre pèse 1.000 fois moins qu'une particule de 5 microns.

Essai d'un masque MARTINDALE à tampon filtrant d'ouate

soumis par l'Inspection médicale du Ministère du Travail et de la Prévoyance Sociale.

L'organe filtrant est une feuille d'ouate comprise entre deux feuilles de gaze. Il est maintenu contre le nez et la bouche par un léger support en métal souple, pourvu d'un élastique passé sur la nuque du porteur. L'épaisseur du tampon non comprimé est de 8 mm. environ.

Nous superposons 3 organes filtrants pour procéder à l'essai qui dure 20 minutes.

La dépression à l'aspiration, qui était de 4 mm. d'eau au début, passe à 13 mm. à la fin de l'expérience.

Le comptage de deux échantillons prélevés au précipitateur thermique a donné :

a) au début de l'essai : 57.000 particules de moins de 5 microns par centimètre cube.

b) à la fin de l'essai : 33.500 particules de moins de 5 microns/cm 3.

Ce masque est absolument inefficace en milieu poussiéreux.

Essai d'un masque d'origine non connue, marqué 17 K. R.

soumis par l'Inspection médicale du Ministère du Travail et de la Prévoyance Sociale.

Ce masque est représenté schématiquement à la fig. 23 L'organe filtrant consiste en un « accordéon » à cinq ondes de tissu feutré tendu sur des cercles métalliques. Il est contenu dans une boite cylindrique (B) en aluminium, à parois pleines.

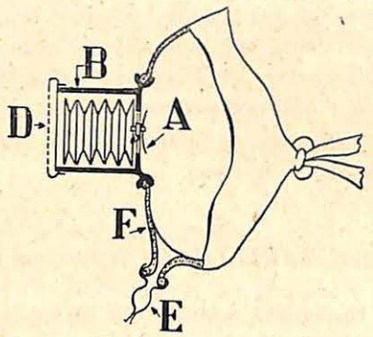


Figure 23
Vue schématique du masque 17 K.R.

dont le fond avant est constitué par un disque perforé (D). Le fond arrière de la boite filtrante, qui s'adapte au couvre-face en caoutchouc (F), porte un léger disque en caoutchouc (A) disposé de manière à jouer le rôle de soupape d'aspiration.

Le masque porte en outre une soupape d'échappement (E) constituée par deux fines lames de caoutchouc juxtaposées, qui est combinée avec un collecteur d'eau.

Le tableau ci-dessous résume les résultats des mesures.

Durée de l'essai : 1 h. 15'.

Dépression à l'aspiration : 20 mm d'eau au début et 55 mm. à la fin de l'essai.

Surpression à l'expiration : 20 mm. pendant toute la durée de l'essai.

Teneur en poussières de l'air inspiré, en nombre de particules par cm3, à la fin de l'essai : 1.010.

— Dimensions des particules : en général, moins de 1 micron.

Un deuxième essai est tenté, après nettoyage du masque, mais sans renouvellement du filtre. Afin d'en rendre les conditions moins sévères, la vitesse de la chaîne à godets est réduite, ce qui a pour effet de diminuer la concentration en poussières dans la chambre d'épreuve.

Une mesure préliminaire nous indique que cette concentration est ainsi ramenée à 89.000 particules cm3 (contre 130.000 pour les autres essais).

Durée de l'essai : 40 minutes.

Dépression à l'aspiration : initiale 36 mm. d'eau.
finale. 50 mm. d'eau.

Teneur en poussières de l'air inspiré, à la fin de l'essai : 5.030 particules/cm3

Dimensions des particules : généralement inférieures à 1 micron.

Les résultats des deux essais sont quelque peu discordants puisque la capacité de rétention du masque, estimée en fonction du nombre de particules solides par centimètre cube d'air, est de :

$$\frac{130.000 - 1.010}{130.000} = \frac{128.090}{130.000} = 99{,}2\ \%$$ dans le premier cas.

et de $$\frac{89.000 - 5.030}{89.000} = \frac{83.970}{89.000} = 94{,}3\ \%$$ dans le second.

Il est probable qu'une certaine contamination se sera produite lors du remontage du filtre déjà chargé de poussières, avant le second essai.

La capacité de rétention du masque est intéressante, mais sa résistance au passage de l'air es manifestement trop élevée pour qu'il puisse être porté sans fatigue.

Essai d'un masque « Wilson » type 200, n° B. M. 21188 présenté par la firme C. E. G. I. (1)

L'organe filtrant de ce masque, qui est représenté à la fig. 24, est constitué d'un tissu feutré en laine et soie, présentant une surface totale de 30 pouces carrés et disposé sous forme d'un cylindre percé d'un trou de 18 mm. de diamètre. Le tissu des parois ondulées et du fond supérieur se compose de 69 % de laine et de 31 % de soie, tandis que le second fond comporte

(1) Comptoir d'équipement de garage et d'industrie, rue Defacqz, à Bruxelles.

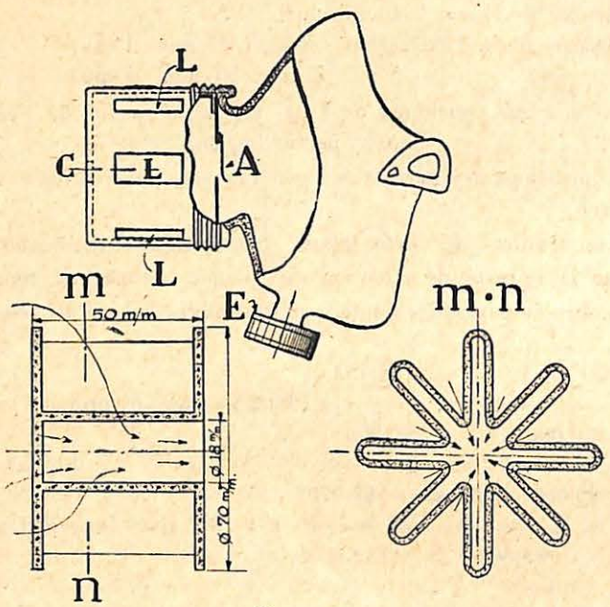


Figure 24
Vue schématique du masque « Wilson » type 200.

25 % de laine et 75 % de rayonne. Les flèches tracées sur les coupes du filtre indiquent le trajet de l'air inspiré.

Le filtre est logé dans une enveloppe cylindrique percée de 5 lumières latérales (L) de 6 mm. x 19 mm. et d'une lumière centrale (C) de 9 mm. de diamètre. La soupape d'aspiration (A) consiste en un léger disque de caoutchouc fin porté sur un support métallique annulaire. La soupape d'échappement (E) est de construction analogue.

Le masque est essayé dans les conditions habituelles, dans le milieu poussiéreux renfermant 130.000 particules par cm3; défini au début de la présente note. Les mesures donnent les résultats suivants :

Durée d'essai : 40 minutes.

Dépression à l'inspiration : initiale 4 mm.
finale 8 mm.

Surpression à l'expiration : moins de 4 mm.

Teneur en poussières de l'air inspiré à la fin de l'essai :
4.400 particules /cm3).

Diamètre des poussières : généralement 1 micron et moins.

Le pouvoir de rétention trouvé est de :

$$\frac{130.000 - 4.400}{130.000} = \frac{125.600}{130.000} = 96{,}6\ \%$$

La résistance de l'organe filtrant est faible. Le port de ce masque est donc peu fatiguant.

Essai d'un masque Wilson à pochette, type 400. L n° B.M. 2108
présenté par la firme C.E.G.I.

La fig. 25 présente schématiquement le masque qui est du type « à pochette » ou « à bavette ».

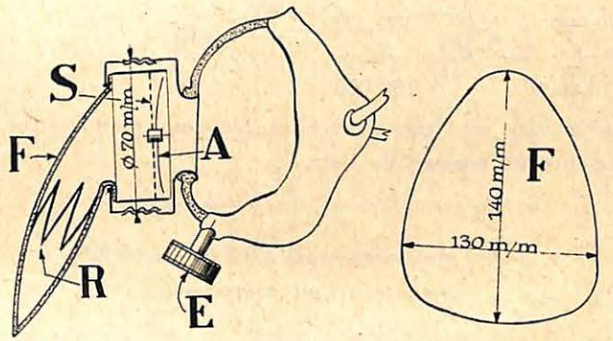


Figure 25
Schéma du masque « Wilson » type 400 L.

L'organe filtrant (F) est un sac constitué par la juxtaposition de deux épaisseurs de tissus feutrés différents, cousus l'un à l'autre. Le tissu extérieur est en pure laine tandis que le tissu intérieur est formé de 39 % de laine et 61 % de soie.

Le sac monté sur un support annulaire en aluminium est maintenu ouvert par un léger ressort métallique (R). — La soupape d'aspiration , de grande section, est formée d'un mince

disque en caoutchouc souple (A), posé sur un support circulaire (S) (perforé de 8 trous de 9 mm. de diamètre chacun).

La soupape d'échappement est constituée d'un dispositif analogue monté dans un support en ébonite (E).

Le masque est mis à l'essai dans l'air poussiéreux à 130.000 particules /cm3.

Durée de l'essai : 1 heure.

Dépression à l'inspiration : initiale 3 mm.
finale 8,5 mm.

Surpression au refoulement : moins de 4 mm. à tout moment.

Teneur en poussières dans l'air inspiré :

a) au début de l'essai : 310 particules/cm3.

b) à la fin de l'essai : 525 particules/cm3.

Diamètre des particules : 1 micron et moins.

Pouvoir de rétention (à la fin de l'essai)

$$\frac{130.000 - 525}{130.000} = \frac{129.475}{130.000} = 99{,}6\ \%.$$

Ce masque est très efficace et n'oppose pratiquement pas de résistance au passage de l'air.

3. Etude du masque DUPONT-COLINET, alimenté à l'air comprimé

Ce masque, imaginé par MM. André DUPONT et Robert COLINET, respectivement Directeur des travaux et Chef d'atelier de la Division Charbonnages belges à Frameries de la Sté. Ame John Cockerill, est alimenté par de l'air comprimé. Il est réalisé suivant le schéma de principe de la figure 26.

Le couvre-face en caoutchouc délimite, avec le visage du porteur, une capacité communiquant avec l'air extérieur par une tubulure divergente-convergente (T) en aluminium. Celle-ci est pourvue d'un ajutage central (A) raccordé à la distribution d'air comprimé (R) par un tuyau en caoutchouc de 7 mm. de

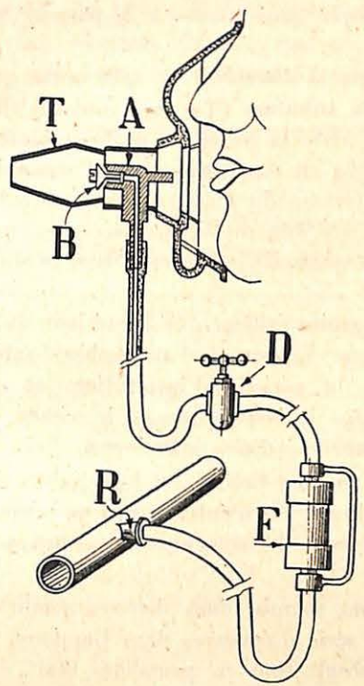


Figure 26
Schéma de principe du masque Dupont-Colinet.

diamètre, pourvu d'un filtre à charbon actif (F) et d'un détendeur réglable (D).

Le filtre à charbon actif, posé sur le sol ou suspendu au soutènement, retient les traces d'huile et d'eau éventuellement entraînées dans la distribution d'air comprimé. Le détendeur, accroché à la ceinture du porteur, permet à celui-ci de régler la pression d'admission d'air.

Le jet d'air jaillissant de l'ajutage dans la tubulure divergente-convergente (T) agit comme un éjecteur et provoque l'expulsion des produits de la respiration, pendant la période d'expiration. Cependant, grâce à un petit disque diffuseur (B) qui étale le jet à la sortie de l'ajutage (A), tout ou partie de l'air débité par ce dernier peut être dévié vers l'intérieur du

couvre-face et aspiré sans effort par le porteur, pendant la période d'inspiration.

Si l'on règle le détendeur de telle sorte que le débit d'air à la sortie de la tubulure (T) reste toujours dirigé vers l'extérieur, pendant toute la durée du cycle respiratoire, il est clair que les poussières en suspension dans l'atmosphère ne peuvent pénétrer à l'intérieur du masque par la tubulure (T) et que d'autre part l'intérieur du couvre-face sera toujours bien débarrassé de la vapeur d'eau et des autres produits de la respiration.

Il est non moins évident que l'intérieur du couvre-face sera en dépression par rapport à l'atmosphère extérieure, tout au moins pendant la période d'inspiration, et que tout défaut d'étanchéité entre le couvre-face et le visage du porteur sera une source de rentrée d'air poussièreux.

Le masque Dupont-Colinet est léger. Il se pèse que 117 gr., est peu encombrant et n'entrave pas la respiration, ne gène pas les mouvements du porteur et ne cause pas de congestion de la face.

Nous l'avons soumis, dans diverses conditions de fonctionnement, à une série d'épreuves dans l'appareil d'essai des masques où la concentration en poussières était de 130.000 particules par cm3.

Pour plusieurs essais, nous avons substitué à la pompe (P) un masque spécial porté par l'expérimentateur, de manière à réaliser dans l'appareil éprouvé le flux respiratoire normal (dont les deux phases sont d'inégale durée, contrairement à celles du cycle de la pompe à piston).

Ces deux modes opératoires ne nous ont pas donné de résultats différents, aussi avons-nous employé indifféremment l'un ou l'autre.

Quant à la consommation d'air comprimé, nous l'avons mesurée à l'aide d'une tuyère calibrée intercalée entre le détendeur et le masque. Toutefois, ce procédé n'étant pas assez sensible pour les pressions effectives inférieures à 0,5 Kg/cm2, nous avons dans ce cas recouru au jaugeage volumétrique, en alimentant le masque à l'aide d'un gazomètre.

L'intensité des mouvements respiratoires n'influe guère

sur la consommation, qui varie toutefois fortement avec la pression d'alimentation. Les résultats de nos mesures sont rassemblés dans le tableau ci-dessous, qui est traduit sous forme de graphique par la fig. 27.

N°	Pression — P — Pression d'air effective K/cm2	— Q — Consommation d'air libre à 25° lit./minute	— H — Dépression maximum dans le masque en mm. d'eau	Nombre de poussières par cm3 d'air inspiré	— R — Pouvoir de rétention en %
1	0,0195	13	30 env.	78.000	40,0
2	0,250	30	38	13.800	89,4
3	0,480	47	45	4.400	96,6
4	0,725	60,5	60	néant	100.—
5	0,790	66	63	4,700	96,4

Diamètre des poussières : moins de 5 microns et généralement 1 micron et moins.

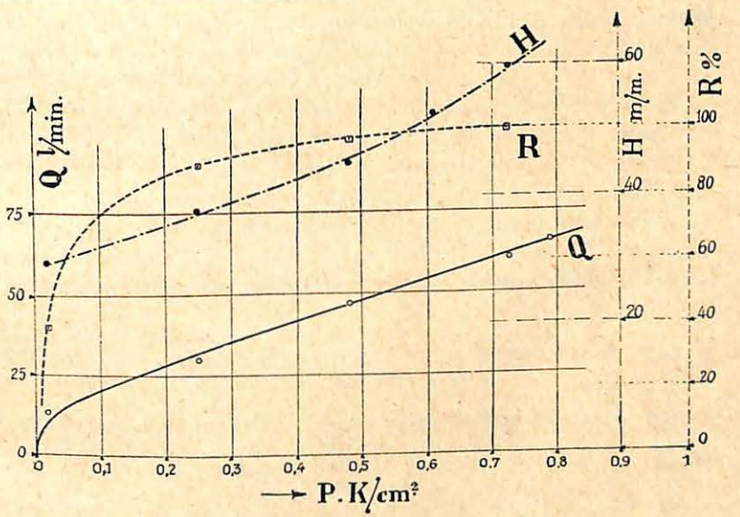


Figure 27.

Pour les essais nos 1, 2, 3 et 4, le joint entre le masque et la « tête de bois » de l'appareil était parfaitement étanche.

Lors du 5e essai, une défectuosité fortuite du joint, trop minime pour être décelable par les moyens ordinaires d'investigation (tels que l'examen visuel ou le souffle) a suffi pour compromettre l'efficacité du masque.

Des épreuves sévères auxquelles nous avons procédé, on peut conclure que le masque est parfaitement efficace, à condition que :

1° — la quantité d'air comprimé admise soit assez élevée — une consommation de 60 litres d'air libre par minute, correspondant à une pression de 0,7 K/cm2 environ en aval du détendeur, nous paraît correspondre au minimum indispensable à cet égard.

2° — le couvre-face s'applique de façon parfaitement étanche sur le visage du porteur.

La première condition pourrait être assurée par un dispositif automatique. Quant à la seconde ,seuls le fini d'exécution du couvre-face et l'attention du porteur permettent d'y satisfaire.

ANNEXE II.

L'inflammation du méthane en milieu ionisé

par M. VAN PEE

Docteur en sciences, attaché à l'Institut.

Les ions ont la propriété de provoquer des réactions chimiques en phase gazeuse. L'étude de ce phénomène s'est poursuivie dans deux branches de la chimie : en électro-chimie des gaz où l'ionisation est produite par décharge électrique et en radio-chimie où les ions ont pour origine le rayonnement de corps radio-actifs.

En ce qui concerne le méthane, son oxydation a été observée dans la décharge lumineuse par Brewer et Kueck et sous l'action des particules α du radon par Lind et Bardwell (1).

Les produits de la réaction étaient CO_2 et H_2O et le rendement ionique (2) était compris entre 6 et 7 à la température ordinaire.

Généralement, la température a peu d'influence sur le rendement ionique. Mais dans le cas particulier d'un mélange combustible, on

(1) Brewer et Kueck. J. Phys. Chem. 35, 1281 et 1293 (1931). Lind et Bardwell. J. Am. Chem. Soc. 48. 2335 (1926).

(2) On appelle « rendement ionique » d'une réaction électro-chimique ou radio-chimique, le rapport $\frac{M}{I}$ du nombre (M) de molécules qui ont réagi au nombre total de paires d'ions (I) formés au cours de la réaction. C'est l'existence de ce rapport qui permet d'établir un lien de causalité entre l'effet chimique et l'ionisation.

pouvait néanmoins se demander s'il en était encore ainsi au voisinage de la température d'inflammation.

A ce propos, l'aptitude remarquable de l'étincelle électrique à provoquer la combustion explosive semble suggérer une action directe des ions. Bien qu'on ait coutume d'expliquer cette propriété par l'élévation considérable et instatanée de la température, il ne faut pas perdre de vue que la décharge s'accompagne également d'une très forte ionisation.

Ces quelques considérations nous ont amenés à examiner l'influence que pourrait avoir l'ionisation sur la température d'inflammation et le retard à l'inflammation du méthane.

Source d'ionisation

Rappelons que les corps radioactifs émettent trois rayonnements : les rayons α, β et γ constitués respectivement par des noyaux d'hélium animés de grande vitesse, par des électrons rapides et par des ondes électro-magnétiques de très haute fréquence.

Tous ionisent les gaz, mais en raison de leur pouvoir pénétrant élevé, l'effet des rayons β et γ est négligeable à côté de celui des particules α, dont le parcours dans l'air atteint seulement quelques centimètres.

Comme source d'ionisation, nous avons utilisé les particules α du radon. Ce dernier appartient à la famille du radium dont on reconnait les premiers membres dans le tableau I.

Tableau I

Elément	Isotope du	Période (1).	Rayonnements émis
Radium	—	1590 années	α + faible émission γ
Radon	—	3,82 jours	α
Radium A	Polonium	3,05 minutes	α
Radium B	Plomb	26,3 minutes	β + faible émission γ
Radium C	Bismuth	19,7 minutes	$\alpha + \beta$ + forte émission γ
Radium D	Polonium	22 années	β + faible émission γ

Entre le radium et le radium D, il y a quatre éléments à courte vie. Le premier de ceux-ci, le radon, est gazeux à la température ordinaire. Ses dépôts actifs, les radiums A, B et C évoluent très rapidement et se transmutent finalement en radium D.

Grâce à son état gazeux, le radon est facilement séparé du radium. Monsieur le Professeur MUND a mis au point un procédé permettant de l'extraire quantitativement de la solution de sel de radium où il se forme, puis de le refouler dans de petites aiguilles en verre pouvant être scellées après remplissage.

Dans nos expériences, chacune des petites aiguilles était brisée dans le mélange à étudier qui était ainsi ionisé jusqu'à un degré dépendant de la quantité d'émanation introduite. Le dosage du radon était basé sur la comparaison du rayonnement γ (voir tableau I) émis par le radium C de l'échantillon avec celui d'un tube étalon renfermant du radon et son dépôt actif en équilibre avec une quantité connue de radium.

L'intensité des rayons γ était mesurée par l'ionisation produite dans un électroscope entouré d'un écran protecteur en plomb destiné à éliminer les particules α et β.

Température d'inflammation et retard à l'inflammation.

Pour tout gaz combustible, l'inflammation ne peut se produire par simple effet thermique que si le mélange porté à une température minimum nommée « température d'inflammation », y est maintenu pendant un certain temps appelé « retard à l'inflammation » ou « période de préflamme ».

Ce fait a pu être mis en évidence par la méthode du « pyromètre » qui consiste à introduire brusquement les gaz dans un récipient vidé au préalable et maintenu à une température uniforme ; il a été constaté pour la première fois, par Mallard et Le Chatelier dans le cas du méthane (1883).

Par sa méthode du « tube concentrique » où les gaz sont portés séparément à la température d'expérience, puis mélangés à une distance appréciable des parois, Dixon a montré que cette période de préflamme et la température d'inflammation sont bien deux grandeurs caractéristiques du combustible. En outre, les valeurs qu'il a obtenues pour ces dernières ne diffèrent pas beaucoup de celles déterminées au « pyromètre » dans un récipient en silice ou en porcelaine.

Il n'en va plus de même lorsqu'on opère en présence de surfaces métalliques. On observe alors des écarts considérables qui se manifestent principalement par une élévation importante de la température d'inflammation et qui s'expliquent par une action catalytique des parois.

Dans ces conditions, il se produit une oxydation lente et les gaz sont brûlés avant de donner la combustion vive avec flamme.

La comparaison de ces derniers résultats avec les précédents ayant mis en lumière que le quartz ne possède aucune action catalytique, la chambre à réaction dont nous avons fait usage a été choisie en cette matière.

Pour effectuer nos mesures, nous avons donné notre préférence à la méthode du pyromètre, beaucoup plus précise et plus commode que celle du tube concentrique.

Dispositif expérimental

La chambre à réaction (A) (voir fig. 28) était un tube cylindrique en quartz d'une capacité de 100 cm^3 et d'une longueur de 20 cm. Elle était logée dans un bloc d'acier (F) long de 25 cm. et disposé au centre d'un four tubulaire dont le diamètre intérieur et la longueur étaient respectivement de 8 et 60 cm. De l'amiante en fibre avait été bourrée dans la partie du four restée libre. Grâce à cette précaution, la température était sensiblement constante sur toute la longueur du bloc et l'écart maximum observé entre ses deux extrémités ne dépassait pas 12° pour un régime correspondant à la température moyenne de 700° C.

Lors des expériences, la température était déterminée à l'aide du thermomètre à gaz (T). Celui-ci essentiellement constitué par une cellule en quartz contenait de l'azote dont la pression était enregistrée au manomètre à mercure M_2. La température ainsi indiquée était pour des raisons de symétrie évidentes (voir fig. 28) la température moyenne de la chambre à réaction.

La chambre (A) prolongée par un tube d'environ 10 mm. de diamètre, était reliée par l'intermédiaire d'un joint quartz-verre à un réservoir (B) d'une capacité d'environ 200 cm^3. Ce réservoir était destiné à préparer les mélanges CH_4 + air, avant de les introduire en (A) par le robinet (R). La pression dans (B) était lue au manomètre à mercure M_1.

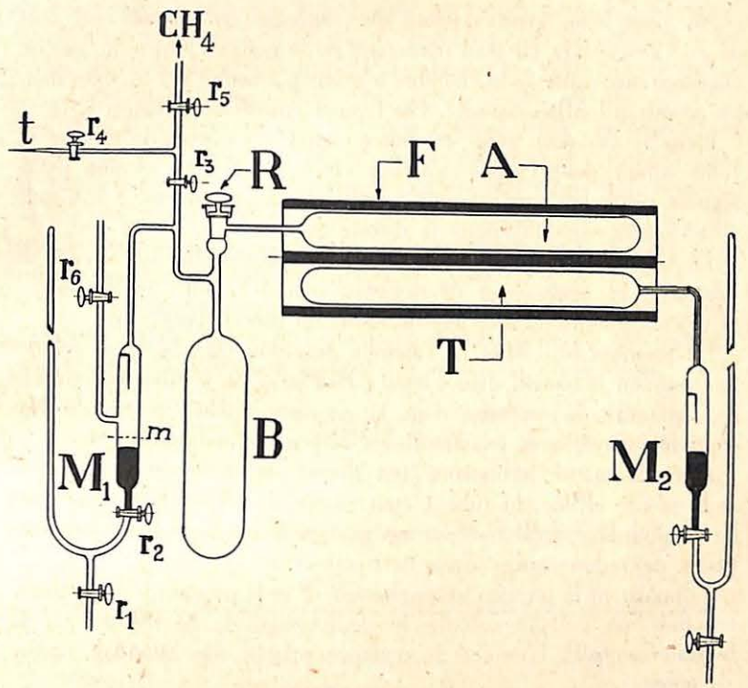


Figure 28

Par le robinet (r_6) le réservoir communiquait à une canalisation où un vide poussé (environ 10^{-3} mm de Hg) pouvait être obtenu au moyen d'une pompe à diffusion à vapeur de mercure, précédée d'une pompe rotative ordinaire.

Le robinet (r_5) donnait accès à un réservoir contenant du méthane purifié par distillation et le robinet (r_4) permettait d'introduire de l'air dans l'appareil. L'utilité de (r_3) apparaîtra par la suite.

Marche d'une expérience

Le four était d'abord amené à une température déterminée et, par un réglage automatique du courant d'alimentation, y était maintenu à 1° près pendant toute la durée des expériences.

Avant chaque essai, on ouvrait le robinet (r_1), on laissait descendre le mercure du manomètre (M_1) en-dessous du niveau (m) et on faisait soigneusement le vide dans tout l'appareil.

Au bout d'un quart d'heure de pompage, on obtenait un vide de 10^{-3} cm de Hg (Il était nécessaire de le pousser jusque là, car un dégazage incomplet de la chambre à réaction amenait des troubles dans les retards à l'inflammation). On fermait ensuite les robinets R et r_3.

Dans le cas d'un essai en milieu ionisé, on ouvrait le robinet r_4. L'air entrait dans l'espace compris entre r_3, r_4 et r_5 et une petite aiguille contenant une quantité connue de radon, environ 1 à 2 milli curies, était introduite dans la carotte du robinet r_4.

Le tube t prolongeant ce dernier était alors scellé. On ouvrait le robinet r_3 et après avoir de nouveau réalisé le vide, on fermait r_6 et faisait remonter le mercure au-dessus du niveau (m).

En tournant le robinet r_4, l'aiguille de radon était brisée et celui-ci se répandait librement dans l'espace B. Par r_5, on y admettait ensuite une quantité de méthane dont la pression, environ 7 cm de Hg, était déterminée avec exactitude au moyen du manomètre M_1.

Après la lecture, le mercure était bloqué par fermeture du robinet r_2 et la pointe effilée du tube t était cassée. L'air pénétrait ainsi dans la chambre B et il chassait sur son passage le méthane et les dernières traces de radon restées dans la canalisation.

Connaissant la pression atmosphérique P et la pression p de méthane introduit, on pouvait calculer le pourcentage de ce dernier par la formule 100 p/P. Une fois le mélange préparé, on attendait encore 10 minutes.

L'expérience, en elle-même, consistait à ouvrir rapidement le robinet R. Le mélange se détendait brusquement dans la chambre à réaction et l'intervalle de temps écoulé jusqu'au moment où apparaissait la flamme était noté comme retard à l'inflammation.

La pression d'expérience étant celle réalisée immédiatement après la détente, on la déterminait par un essai à blanc où le mélange combustible était remplacé par de l'air ; elle était d'environ 60 cm de Hg.

Résultats expérimentaux

Afin de vérifier si le retard à l'inflammation ne s'identifiait pas simplement avec le temps nécessité par l'échauffement des gaz jusqu'à la température de la chambre à réaction, nous avons opéré comme suit : Le récipient A ayant été vidé, on ferme le robinet R et par r_4 on laisse entrer l'air dans le réservoir B. Le manomètre M_1 est ensuite équilibré à la pression atmosphérique et le mercure amené très exactement à la pointe p est bloqué au moyen de r_2. On ouvre R et immédiatement après on referme r_4, on ouvre r_2 et on examine si le niveau du mercure a subi quelque modification. Jamais le moindre mouvement du mercure, indice d'un réchauffement ultérieur de l'air dans A n'a pu être décélé. Les gaz prennent par conséquent la température du four en un laps de temps inférieur à celui séparant les moments où l'on a tourné pour la dernière fois les robinets R et r_4.

Dans les manœuvres les plus rapides, ce temps était de 3/5 de seconde. Les retards observés étant couramment de l'ordre de 6 à 7 secondes, doivent donc être attribués à une autre cause.

Au cours des premières mesures, nous avons recherché un mode opératoire conduisant à des résultats reproductibles. Ces mesures groupées dans le tableau II étaient peu satisfaisantes au début.

Tableau II

Pression de l'expérience : entre 60 et 62 cm Hg
Concentration en CH_4 : 8,7 %

N°	c	r	t
7	677,2°	6"8	plus de 8', non contrôlé
8	677,2°	7"0	idem
9	677,4°	7"8	idem
10	677,6°	7"6	idem
11	677,7°	7"6	idem
12	677,7°	6"4	idem
13	678,0°	6"4	idem
14	677,9°	6"4	idem
15	677,9°	5"8	4'
16	677,8°	6"6	7'
17	677,7°	6"9	8'
18	677,8°	5"6	1'
19	677,9°	7"	10'
20	677,6°	5"	1'
21	677,4°	8"2	20'
22	677,3°	8"2	20'
23	677,5°	8"4	20'
24	677,5°	8"4	20'

N° : numéro de l'essai.

C : température de l'expérience en degrés centigrades.

r : retard à l'inflammation.

t : temps pendant lequel on fait le vide dans la chambre à réaction avant chaque essai.

A partir de l'essai 15, nous avons contrôlé la période de vidange et nous avons constaté que les irrégularités provenaient d'un pompage incomplet. Pour les expériences 18 et 20 où ce demier était inférieur à 1 minute, les retards diminuaient, en effet, de 30 % et pour les quatre dernières où il était de 20 minutes, ceux-ci restaient constants à 2 % près. Par la suite, nous avons donc pris soin de dégazer la chambre à réaction pendant 20 minutes entre chaque essai.

Dans le tableau III nous relatons les résultats obtenus pour une série de mesures où les expériences se succèdant immédiatement une fois en présence de radon puis en absence de radon, étaient par ailleurs effectuées dans des conditions tout à fait identiques.

Tableau III

Pression de l'expérience : entre 60 et 62 cm Hg

Concentration en CH_4 : 8,7 %

N°	C	r	t	m
30	678,0°	7"	20'	—
31*	677,9°	6"8	20'	2,16
32	678,0°	7"4	20'	—
33*	677,8°	7"2	20'	1,73
34	677,5°	7"4	20'	—
37*	677,7°	6"8	20'	1,92
38	677,6°	7"	20'	—

m : quantité d'émanation introduite exprimée en milli-curie*

On constate que la moyenne des retards est de 6"9 en présence d'émanation et de 7"1 en milieu normal. L'influence de l'ionisation est donc pratiquement nulle.

Dans une seconde partie, nous avons principalement porté notre attention sur la température d'inflammation.

Nous reproduisons ici un tableau extrait du Paper n° 9 du « Safety in Mines Research Board » où cette température est donnée en fonction du pourcentage en CH_4.

% de CH_4	2,45	4,05	6,00	8,00	10,15	11,40	12,80
Température d'inflammation en °C	690	684	685	692	705	711	720

Comme nous ne prétendions pas obtenir une précision supérieure à 13°, nous avons opéré à deux températures seulement, distantes de 12° en moyenne et gravitant à 1° près autour de 690° et de 678°. Quant aux concentrations en méthane, elles étaient comprises entre 8 et 10,3 %, ce qui, d'après le tableau ci-dessus, correspond à une différence de 13° environ pour les températures d'inflammation.

Tous nos essais étaient donc répartis au hasard à l'intérieur du domaine limité par le rectangle représenté à la figure 29. Comme ils ont donné lieu à 21 inflammations sur un total de 40 expériences, on peut estimer que la diagonale tracée dans le rectangle apartient à la courbe limitant le domaine d'inflammation au voisinage du point choisi pour effectuer nos mesures.

Les résultats obtenus sont reportés au tableau IV dans lequel les essais en milieu ionisé sont repérés par un astérisque.

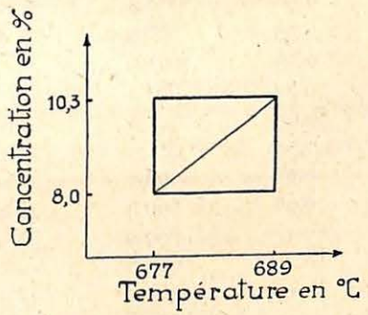


Figure 29

Tableau IV

Pression de l'expérience entre 60 et 62 cm de Hg

N°	% CH_4	°C	r	m
45 +	8,13	677,7	7"	—
46 +	8,07	678,1	7"4	—
47 +	8,21	677,6	7"4	—
48 —	9,77	677,8	—	—
49 —	9,78	677,8	—	—
50 —	9,79	677,8	—	—
51 —	9,77	677,8	—	—
52 +	8,92	678,9	8"2	—
53 +	8,96	679,2	8"2	—
54 +	8,89	680,0	7"4	—
55 +	8,95	680,0	7"6	—
56 —	9,52	679,3	—	—
57 —	9,54	679,2	—	—
58 —	9,43	680,0	—	—
*81 —	9,48	676,6	—	2,31
*82 —	9,67	679,3	—	1,63
*83 —	9,60	679,1	—	1,87
*84 +	8,85	677,7	7"4	2,01
*85 +	8,84	679,6	6"4	2,03
*86 +	8,84	679,6	6"4	2,03
61 +	9,50	688,9	6"	—
*62 +	9,55	688,9	6"2	1,79
*63 +	9,65	691,6	6"	—
*64 +	9,74	691,1	6"	1,44
65 —	9,95	691,0	—	—
*66 +	9,94	691,5	6"2	1,90
67 +	9,95	692,3	6"0	—
*68 +	9,96	690,4	6"2	1,82
69 +	10,11	690,4	6"2	—
*70 —	10,19	689,8	—	2,14
71 +	10,12	689,3	6"2	—
*72 —	10,15	689,4	—	2,32
73 —	10,23	689,3	—	—
*74 +	10,23	689,5	6"4	—
75 +	10,32	690,6	6"0	1,85
*76 —	10,28	691,2	—	1,91
77 —	10,48	691,4	—	—
*78 —	10,45	691,0	—	2,17
79 —	10,43	691,3	—	—
*80 —	10,50			1,70

Ils peuvent se résumer schématiquement comme suit :

	+	—
En présence de radon	8	8
Sans radon	13	11

(+) nombre d'expériences donnant lieu à l'inflammation ;
(—) nombre d'expériences ne donnant pas l'inflammation.

On voit que le rectangle de la figue 29 reste bien centré autour d'un point d'inflammation qu'il y ait ou non du radon dans la cellule de combustion. Ce point a comme abscisse 683° et comme ordonnée 9,1 %.

Mason et Wheeler trouvent pour cette concentration 697° ; la différence provient sans doute de la dimension différente de notre cellule de quartz (1). Taffanel et Le Floch ont montré, en effet, que la température varie quelque peu avec le volume de la chambre à réaction (2). Dans un récipient de 15 cm^3, elle est, par exemple, de 736° pour le mélange à 8 % de méthane, tandis que dans un récipient de 275 cm^3, elle est de 684°.

Le tableau V donne encore la moyenne des retards aux deux températures d'expériences avec ou sans radon.

Tableau V

Retard à l'inflammation

	678°	692°
Avec radon	7"	6"1
Sans radon	7"6	6"1

(1) Mason et Wheeler (Journ. Chem. Soc. 1922 — 121 — 2079).
(2) Faffanel et Le Floch (Compt. rend. 1913 — 156 — 1544 — 155 — 469 — 595 — 714).

En résumé, l'ionisation a peut-être bien une légère tendance à diminuer le retard et à baisser la température d'inflammation, mais ces effets, s'ils existent, sont inférieurs à 5 % et à 5°.

Calcul de l'ionisation et conclusions (1).

En raison de leurs charges de signes opposés, les ions se recombinent très facilement et si aucune cause ionisante n'agissait sur le milieu, ils disparaîtraient tous au bout de quelques fractions de seconde.

Lorsqu'un gaz contient du radon et est par conséquent soumis à l'action des particulies α, il y a production d'ions en même temps que recombinaison. Dans ces conditions, il s'établira un régime stationnaire où le calcul de la concentration atteinte présentera toutefois quelques difficultés, du fait que les ions fraîchement produits restent dans le sillon de la trajectoire où, en raison de leur concentration élevée, ils se recombinent en majeure partie avant d'avoir eu le temps de se diffuser dans la masse gazeuse. Dans l'air, à la pression atmosphérique, le volume à l'intérieur duquel les ions restent compris, serait de 2×10^{-5} cm^3 et contiendrait initialement 400.000 ions. Ces valeurs ne changent pas beaucoup pour les mélanges que nous avons étudiés.

Il n'y a donc aucune homogénéité dans la distribution des ions et, pour calculer leur concentration moyenne, nous devrons connaître leur nombre à l'intérieur de chaque colonne.

A cette fin, nous supposerons que les particules sont émises à des intervalles de temps réguliers. Sachant que 1 milli-curie de radon rayonne par seconde $3{,}7 \times 10^7$ particules, il y aura dans la cellule de réaction contenant environ 0,4 milli-curie de radon au moment de l'expérience, une particule émise toutes les $6{,}4 \times 10^{-8}$ secondes.

A l'instant considéré, il vient de passer une particule α. Elle a produit 400.000 ions. A ceux-ci, il faut ajouter ceux provenant des particules émises antérieurement. Or, d'après la loi bimoléculaire de recombinaison des ions $dn/dt = -kn^2$, où n est la concentration des ions et k la constante de recombinaison, la concentration au temps t sera :

$$n = \frac{1}{kt + \frac{1}{n_0}}$$

où n_0 est la concentration initiale.

Soit t' l'intervalle de temps séparant l'émission de deux particules successives, le nombre N_1 d'ions encore préents dans la trajectoire qui a précédé immédiatement la dernière, sera :

$$N_1 = \frac{v}{kt' + \frac{1}{n_0}}$$

où v est le volume d'un sillon.

Pour la précédente, on aura :

$$N_2 = \frac{v}{2kt' + \frac{1}{n^o}}$$

et en général, pour celle de rang i :

$$N_i = \frac{v}{ikt' + \frac{1}{n^o}}$$

En remplaçant les constantes par leur valeur :

$v = 2 \times 10^{-5}$ cm^3

$n_0 = 2 \times 10^{10}$ ion/cm^3

$k = 1{,}5 \times 10^{-6}$ cm^3/ion.sec.

$t' = 6{,}4 \times 10^{-8}$ sec.,

il vient :

$$N_1 = \frac{2{,}1 \times 10^8}{i + 521}$$

et le nombre total d'ions présents à l'instant considéré sera :

$$N = \sum_{i=0}^{i=h} N_i = 2{,}1 \times 10^8 \sum_{i=0}^{i=h} \frac{1}{i + 521}$$

en remarquant que :

$$\sum_{i=0}^{i=h} \frac{1}{i+a} = \sum_{i=a}^{i=h+a} \frac{1}{i}$$

on aura : $N = 2{,}1 \times 10^8 \sum_{i=521}^{i=h+521} \frac{1}{i}$

ou encore : $N = 2{,}1 \times 10^8 \left(\sum_{i=1}^{i=h} \frac{1}{i} - \sum_{i=1}^{i=521} \frac{1}{i} \right)$

Or, la somme des termes de la série harmonique $1/i$ est donnée approximativement par la formule :

$$\sum_{i=1}^{i=h} \frac{1}{i} = c + \ln i$$

où c est la constante d'Euler. Cette formule s'applique déjà avec une précision supérieure au ½ pour cent lorsque $h = 20$.

Comme ici h a une valeur beaucoup plus grande, il est légitime d'écrire :

$$N = 2{,}1 \times 10^8 \ (c + \ln h - c - \ln 521) \ = \ 2{,}1 \times 10^8 \ln h/521$$

Les particules effaçant sur leur passage l'ionisation produite par les particules antérieures, h sera du même ordre de grandeur que le rapport $V/v = 5 \times 10^6$ du volume de la chambre à réaction au volume d'une colonne ionisée et par suite :

$$N = 2{,}1 \times 10^8 \ln \frac{5 \times 10^6}{521} = 2{,}26 \times 10^9$$

Les ions étant contenus dans un volume de 100 cm^3, la concentration sera de $2{,}26 \times 10^7$ ions par cm^3. Si l'on avait pris pour h une valeur 100 fois plus grande, on aurait trouvé $3{,}85 \times 10^7$ ions par cm^3, c est-à-dire moins du double de la valeur précédente.

On voit donc que les variations de N provenant du choix de k sont petites et nous estimons que la concentration en ions sera en tout cas comprise entre 10^7 et 10^8 ions par cm^3.

Cette valeur est 1.000 à 10.000 fois supérieure à celles trouvées jusqu'ici dans les mines.

Je remercie vivement M. le Professeur Mund de l'intérêt qu'il a pris à ce travail et des conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer.

ANNEXE III

Note sur le dosage de l'humidité dans les explosifs

par G. NENQUIN,
chimiste, attaché à l'Institut.

Jusqu'à présent, nous avions utilisé pour le dosage de l'humidité dans les explosifs, une méthode consistant à déplacer l'eau y contenue au moyen d'un courant d'air sec.

Cette opération se faisait à l'aide d'un appareil (voir fig. 30) composé de 3 flacons laveurs (I) (II) (III), d'un ballon pyrex à fond plat (IV) de 750 cc de capacité renfermant le creuset (C) avec

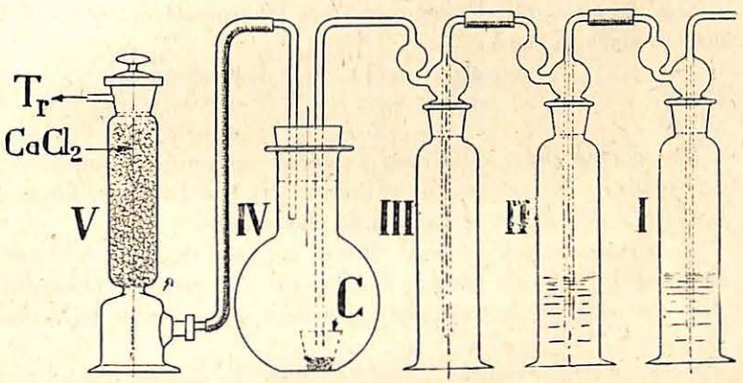


Figure 30

l'échantillon d'explosif et d'un cylindre à dessécher de Frésénius (V) avec du chlorure calcique ($CaCl_2$), le tout connecté en série et réuni par le tuyau (T^r) à une trompe à eau non représentée sur le croquis.

Les deux premiers flacons laveurs, flacons (I) et (II), contenaient de l'acide sulfurique, tandis que le flacon (III) était vide.

L'air aspiré par la trompe traversait les deux flacons à acide sulfurique à raison de 4 bulles par seconde ; puis passait dans le flacon laveur vide où il se débarassait de l'acide sulfurique entraîné et arrivait parfaitement desséché à 10 ou 15 millimètres au-dessus de l'échantillon (1 gramme d'explosif contenu dans le creuset.

Les dimensions de ce dernier était les suivantes : diamètre supérieur 35 mm, hauteur 35 mm et diamètre à la base 1 7mm.

Le flacon à chlorure calcique avait pour objet d'éviter un retour de l'air humide sur l'explosif. La circulation de l'air était arrêtée lorsque deux pesées consécutives de l'explosif indiquaient un poids constant, ce qui en général, était obtenu après 8 heures de fonctionnement.

Ce procédé nous avait toujours donné des résultats satisfaisants, même avec des explosifs renfermant de la nitroglycérine quand l'introduction de binitroglycol dans ces mêmes explosifs fit apparaître des discordances qui nous amenèrent à rechercher une nouvelle méthode de titrage.

Les erreurs provenaient du fait que la tension de vapeur du binitroglycol est de loin supérieur à celle de la nitroglycérine ; pour cette raison, une fraction de binitroglycol était comptée comme humidité.

Nous croyons utile d'indiquer ci-après les tensions de vapeur des deux produits en cause :

	nitroglycérine (1)	dinitroglycol (2)
à 20°	0,00025 m/m	0.0565 m/m
à 0°	—	0,0072 m/m

La volatilité élevée du second s'opposait également à l'emploi de déshydratants énergiques sous exsicateur tels que l'acide sulfurique, le chlorure de calcium et l'anhydride phosphorique.

Nous nous sommes demandé alors si, par suite de leur consistance huileuse, il n'était pas possible d'utiliser pour le titrage de l'humidité dans les explosifs, la méthode couramment utilisée pour les huiles et graisses.

Cette méthode consiste à enlever l'eau du produit étudié par distillation d'une dissolution dans un liquide non miscible à l'eau et à recueillir ainsi le condensat dans un récipient gradué qui donne immédiatement, par lecture directe, la quantité d'eau déplacée.

(1) D'après G. Peace (Trans. Chem. Soc. 1916, p. 298).

(2) D'après Rinkenbach.

Pour les huiles et graisses, le liquide généralement utilisé dans ces analyses est le xylol.

A première vue, cette méthode paraissait pouvoir être utilisée sans modification, mais dans le cas des explosifs, la température d'ébullition du dissolvant était forcément limitée par la température de dissociation de la nitroglycérine ou le dinitroglycol.

Nous avons donc adopté comme dissolvant le benzol cristallisable à point d'ébullition de 80-82°.

Nous donnons ci-dessous (fig. 31) le croquis de l'appareil utilisé, ainsi que le mode opératoire.

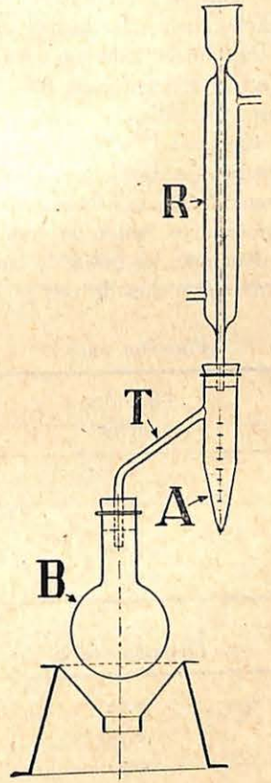


Figure 31

Description de l'appareil

L'appareil comporte un ballon en pyrex (B) à fond rond, chauffé par un bain d'eau. Ce ballon est connecté à un tube (T) prolongé vers le bas par un appendice (A) gradué en dixièmes de cm^3. Enfin, l'appareil est complété par un réfrigérant droit (R) d'une longueur minimum de 400 mm.

Mode opératoire

Cas de la dynamite. — Dans le cas de la dynamite à 75 % de nitroglycérine et 25 % de guhr, nous pesons 30 gr environ d'explosif que nous introduisons dans le ballon avec 150 cc de benzol. Le ballon est porté à l'ébullition ; le benzol et l'eau entraînés se condensent dans le réfrigérant et tombent dans le tube gradué où se fait la séparation. L'eau se concentre au fond du tube gradué et le benzol en excès retourne au ballon.

L'opération est arrêtée quand le volume d'eau n'augmente plus soit environ après 4 heures de distillation. Avant de faire la lecture, il faut attendre évidemment que le benzol soit complètement clarifié.

Nous donnons ci-après deux séries de résultats obtenus avec un même échantillon de dynamite, les essais de chaque série ayant porté sur un mélange de deux cartouches de 100 gr.

Première série

Poids de la matière mise en œuvre en gr.	Humidité en %	Humidité moyenne en %
30,8565	0,81	—
29,1648	0,77	—
31,2541	0,83	0,79
42,5986	0,76	—

Deuxième série

30,6636	0,81	—
35,5246	0,77	—
31,6178	0,71	0,77
20,1774	0,74	—
31,577	0,80	—

Cas d'une dynamite au binitroglycol. — Pour la préparation de cette dynamite, on a utilisé le mélange de nitroglycérine et de binitroglycol obtenu en soumettant à la nitration un mélange de 70 % de glycérine et de 30 % de glycol.

Nous indiquons ci-après trois séries de résultats obtenus avec le même échantillon, chaque série se rapportant à un mélange de deux cartouches de 100 gr. pour les deux premières séries, de 4 cartouches pour la troisième série.

Première série

Poids de la matière mise en œuvre en gr.	Humidité en %	Humidité moyenne en %	Humidité renseignée par le fabricant en %
29,6816	0,61	—	—
29,897	0,67	0,636	0,79(1)
30,184	0,63	—	—

Deuxième série

29,8832	0,67	—	—
29,966	0,67	0,697	0,79(1)
30,7542	0,71	—	—
29,8242	0,74	—	—

Troisième série

30,7736	0,65	—	—
30,2780	0,66	—	—
30,2516	0,661	—	—
30,6768	0,65	0,661	0,79(1)
30,5474	0,654	—	—
30,2554	0,661	—	—
30,7560	0,65	—	—
26,0698	0,70	—	—

(1) Ce chiffre de 0,79 a été trouvé par le fabricant sur le lot d'un kilog. d'explosif.

Le résultat moyen trouvé sur un lot de 8 cartouches de 100 gr. est donc de :

$$\frac{0{,}636 + 0{,}697 + 0{,}661}{3} = 0{,}664\ \%$$

contre 0,79 % trouvé à l'usine.

Le fabricant utilisait l'exsicateur, selon lui, 0,79 % représentait non seulement l'humidité, mais aussi la perte inévitable en binitroglycol.

Ces résultats montrent que notre méthode convient pour le dosage de l'humidité dans les dynamites. Les petites différences constatées proviennent du fait qu'il est malaisé d'obtenir un mélange homogène de la masse à cause de son caractère huileux et de la volatilité naturelle de ses constituants.

Cas des explosifs S.G.P. — Il reste maintenant à examiner si cette méthode peut être utilisée pour les explosifs S.G.P. — En effet, ceux-ci ne sont pas uniquement constitués par des dérivés nitrés, ils renferment également une grande quantité de matière minérale cristalline (85 à 90 %).

Ici, la quantité à utiliser est plus grande (50 gr. environ) et le volume de benzol est porté à 200 cc.

Nous indiquons ci-dessous les résultats obtenus avec quatre méthodes : ébullition avec benzol, exsicateur à l'anhydride phosphorique (P_2O_5), entrainement par l'air sec et exsicateur au chlorure calcique ($CaCl_2$).

I. — Sabulite B bis

Poids de matière mise en œuvre en gr.	Humidité en % par la méthode au benzol	Humidité en % trouvée après 24 h. sous exsicateur au P_2O_5	Humidité en % par entrainement sous courant d'air sec durant 8 h.
50,1636	1,20	1,24	1,18

II. — Triamite

Poids de matière mise en œuvre en gr.	Humidité en % par la méthode au benzol	Humidité en % trouvée après 24 h. sous exsicateur au P_2O_5
49,4726	0,15	0,16

III. — Alkalite II

Poids de matière mise en œuvre en gr.	Humidité en % par la méthode au benzol	Humidité en % par entrainement d'air sec durant 8 h.
48,9544	0,20	0,18

IV. — Alkalite II

Poids de matière mise en œuvre en gr.	Humidité en % par la méthode au benzol	Humidité en % après 24 h. sous exsicateur au $CaCl_2$	Humidité en % trouvée par entrainement sous courant d'air sec (8 h.)
103,8676	0,20	0,26	—
52,6356	0,14	0,15	0,14
50,840	0,12	0,14	0,16
55,8794	0,12	0,16	0,12

V. — Amatol

57,1176	0,15	0,20	0,14

VI. — Sabulite oo

55,3314	0,37	0,36	0,36

Nous ferons remarquer que tous les explosifs S.G.P. ci-dessus renferment comme dérivés nitrés du trinitrotoluol et non de la nitroglycérine et du dinitroglycol.

VII. — Explosif S.G.P. à base de nitroglycérine et de dinitroglycol
Flammivore V bis.

Poids de matière mise en œuvre en gr.	Humidité en % par la méthode au benzol		Humidité en % renseignée par le fabricant (dosage sous exsicateur)
49,4236	0,657		
46,4991	0,645		
49,499	0,656		
		0,655	0,60
52,0676	0,672		
50,2236	0,647		
49,8368	0,652		

Remarques au sujet du dosage de l'humidité dans les explosifs S.G.P. :

1° — La durée de distillation doit être portée à 8 heures ;

2° — Après les quatre premières heures de distillation, il faut agiter au moyen d'une baguette de verre la masse cristalline qui se trouve au fond du ballon avant de continuer le dosage.

Il semble que la méthode par entraînement à l'intervention du benzol est celle convenant le mieux pour le dosage de l'humidité dans les explosifs renfermant de la nitroglycérine et du dinitroglycol.

Pour les explosifs ne renfermant aucun de ces produits, les résultats obtenus par la méthode au benzol sont identiques à ceux trouvés par l'air sec, selon la méthode décrite au début de cette note. Or, le temps que dure le dosage de l'humidité étant le même dans les deux cas, on peut indifféremment utiliser l'une ou l'autre méthode.

Institut National des Mines
Frameries-Pâturages

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1946

ANNEXE IV

LISTE

DES

APPAREILS ELECTRIQUES

ET DIVERS

agréés en 1946

sur proposition de l'Institut National des Mines.

MOTEURS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
2-8-1946	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/6949	Moteurs du type A. K. G. 406-c asynchrone, à courant triphasé, à rotor en court-circuit, alimentés sous une des tensions courantes allant de 190 à 550 .v Les deux gammes de puissance sont : 16 CV ± 50 % et 42 CV ± 50 %, la vitesse étant de 600 à 1500 tours/min. v/plan n° 1.021.090. Moteur examiné : F^ion n° 10.354 — N° d'ordre : 47.524. 20 KW (27 CV) 380 volts — 45 amp. — 750 tours.
30-10-1946	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	18E/6962	Enveloppe type A.K.G. 406 Ca — pour moteurs électriques antigrisouteux 16 à 42 CV ± 50 %. Tensions : 190 et 600 volts. Vitesses : 600 à 1500 tours/m. s/plan n° 1.020.986. Caractéristiques du moteur examiné : type A.K.G. 4068 Fabrication 7.M.M. 10.740 — n° 49.388 — 1455 tours — 500 v. 48,5 amp. et 724 tours — 500 v. 34 amp.
13-11-1946	Idem.	13E/6963	Enveloppe du type A.T.G. 609c pour moteurs asynchrones triphasés de 125 CV ± 50 % à 240 CV ± 50 %. Vitesses : 3.000 tours/min. Tensions : 220 à 3.300 volts. s/plan n° 1.021.136. Caractéristiques du moteur examiné : Fabrication 7. M.M. 10733, n° 49.377. — Type A.T.G. 6098 — 114 KW — 2.935 tours — 3.000 v. — 28,3 amp.

III. — APPAREILS ELECTRIQUES DIVERS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
2-1-1946	S. A. Siemens, Dép. Siemens-Schukert, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.	13E/6921	Tableau de manœuvre type S-12. s/plan 313.787, composé de 3coffrets distincts et superposés : 1° Coffret pr connexions ou appareils de contrôle s/plan D. 616; 2° Coffret pr disjoncteur (coffret intermédiaire s/plan 13.312); 3° Coffret à connexions (coffret inférieur s/plan 113.766). Pour détails, voir également les plans 11.851 — 213.711 — D. 614 — D. 680.
8-7-1946	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E'6948	Un coffret de manœuvre type 42, à commande par boutons-poussoirs. s/plan 160.885.
11-12-1946	Anciens Etablissements Victor Duquesne (A.E.V.D.) 13, rue Liedts, Bruxelles.	13D/6147	Ohmmètre de sûreté construit par la firme « Evershed et Vignoles Ltd » de Londres. — Appareil catalogué sous les n^{os} 70.078/79. Patent 400.726. s/plan R. D. 941 (Schéma des organes et connexions électriques). Appareil examiné portait n° 717.694.

V. — MATERIEL D'ÉCLAIRAGE SUJET OU NON A DEPLACEMENTS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
1-10-1946	S. A. des Charbonnages de et à Anderlues.	13G/7728	Modification de l'équipement d'éclairage électrique installé sur loco Diesel-Deutz (génératrice agréée le 29-3-38, décision 13E/6186 et autres organes le 20-9-1935, décision 13E/5788. a) remplacement des câbles souples par des fils isolés enfermés dans des tubes d'acier; b) remplacement de l'interrupteur agréé par un type réalisé par les charbonnages s/plan n° 6.336.
25-10-1946	Eclairage des Mines et Outillage industriel, à Loncin.	13C/5609	Lampe électropneumatique type 444. DAR — 35 watts — 6 volts. s/plan n° 20.259.
11-12-1946	Sté Ame « Siemens », 116, ch. de Charleroi, à Bruxelles.	13E/6967	Cuve pour transformateur d'éclairage (500 — 110 volts). s/plan n°s 115.124 — 415.354 — 415.378 et 415.326.

VI. — TÉLÉPHONES ET SIGNALISATION

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
15-5-1946	Société Bell Telephone Manufacturing Co, 4, rue Boudewijns, Anvers.	13E/6942	Le poste téléphonique type 2871 agréé le 26-2-1943 sous la décision 13E/676/8 est complété par un bouton-poussoir identifié par la lettre (A) au plan S. K. 750.096.
14-11-1946	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	13E/6964	Sonnerie trembleuse actionnée par crt. 220 v. s/plan n° 3.200.417. Appareil examiné : fabrication 8. S.I. 70.619-60, n° 3.200.417 — 220 v. — CC.

VII — VENTILATEURS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
18-7-1946	F. Mabille, 22, rue du Viaduc, Bruxelles.	13B/5717	Turbo-ventilateur type R. M. - 3 pour canars de 400 mm diamètre. s/plan n° 18.

VIII — LOCOMOTIVES DIESEL

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
13-12-1946	S. A. des Ateliers de Constructions « La Meuse », à Sclessin (Liége).	13G/7739	Loco Diesel type M. C. 248 - a/moteur système Obram 2 cylindres verticaux - cycle Diesel 4 temps - alésage cylindres : 150 mm - course pistons : 170 mm - vitesse moteur : 1.250 t/pm. - puissance : 50 CV. - poids en ordre de marche: 8 t. - encombrement: 4.020 × 800 × 1.670 ht. s/plans 13.715 — 13.716 — 13.717 et 13.746 bis. A part le dispositif de sûreté ayant pour office de supprimer l'arrivée de combustible en cas de manque d'eau, le type MC 248 est réalisé suivant les principes adoptés pour le type M.A. 236 agréé le 13-6-41 — 13G/7188.

IX. — LAMPES ÉLECTRIQUES PORTATIVES

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
20-4-1946	Les Ateliers Mécaniques de et à Morlanwelz-Hayettes.	13C/5585	Lampe électrique portative du type dit « de chapeau » S.C.L./3.M., construite par la « Concordia Electric Safety Lamp » de Cardiff. Accumulateur alcalin à 3 éléments (3,9 volts) dans boîtier métallique de 120 × 38 × 182 mm). Poids de la lampe complète (accu + projecteur) 3,2 kg. Courant consommé par l'ampoule : lamp. s/plans : boîtier : 764-L. projecteur : 761-L.
6-5-1946	S. A. Société Belge d'Applications électriques, 117, rue de la Limite à La Bouverie.	13C/5589	a) Lampe type A.V. 2,6 v., 17,5 amp.-heure, s/plan 29.446. b) Lampe type A.V. 2,6 v., 24 amp.-heure, s/plan 29.546. Ces 2 lampes sont pourvues d'un accumulateur à 2 éléments alcalins — tension normale : 2,6 volts. Elles ne diffèrent que par le diamètre du pot et la consommation des ampoules, lesquels sont : 87 mm et 1,5 amp. pour le type A.V. 17,5 amp./heure. 106 mm et 2 amp. pour le type A.V. 24 amp./heure.
29-5-1946	M. Harold Bradley, représentant de la firme « Oldham & Son de Denton-Manchester » 152, ch. de Waterloo, à Bruxelles.	13C/5590	Lampe électrique dite « de chapeau », modèle G.W.-4 volts. Accu à 2 éléments au plomb disposés dans un boîtier en ébonite. Le projecteur renferme 2 ampoules consommant respectivement 0,8 et 0,5 amp. s/plans L. 228 et L. 228-A.

LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES (suite)

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
20-6-1946	S. A. Les Ateliers Mécaniques, à Morlanwelz-Hayettes.	13C/5594	Lampe électrique portative, type Midget, fabriquée par la « Concordia Electric Safety Lamp C° Ltd » de Cardiff (Angleterre) et destinée au personnel de surveillance. Consommation de l'ampoule : 0,5 amp. — tension : 2,6 volts — poids de la lampe complète : 1,4 kg. s/plans n°s 792-L et 804-L.
14-8-1946	Firme « Nederland » Donkere Spaarne, 22 Harlem (Holl.)	13C/5600	Lampe électrique à accumulateur au nickel cadmium et du type dit « de chapeau ». — Consommation de l'ampoule : 0,5 amp. — tension : 2,6 volts - poids de la lampe complète : 3,45 kg. s/plan 3830.
15-10-1946	M. Harold Bradley, représentant de la firme « Oldham, Son Ltd » de Denton (Gr.-Bret.) 152, ch. de Waterloo à Bruxelles.	13C/5608	Modifications de détail apportées à la lampe électrique dite « de chapeau » - modèle G.W.-4 volts, agréée par la décision 13c/5590 du 29-5-1946. Ces modifications ont pour but de renforcer la solidité de la lampe. (voir plan n° L. 228.1).

X — LAMPES A FLAMME

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
11-1-1946	Services de l'Ocachar, 59, rue de Namur, àBruxelles.	13C/5580	Variante de la lampe Hailwood type U. B. 4. construite par la firme Hailwood et Ackroyd de Morley - Leeds (Gr.-Bret.) et primitivement autorisée sous la même dénomination par l'A.M. du 30-8-1919. (voir plan n° 1. N. M. 85.

XIII — EXPLOSEURS

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
1 8 1946	Société Anonyme Sertra, 9, rue des 4 Fils, Aymond à Mons.	13D/6117	Un exploseur dynamo-électrique à ressort dénommé « Sertra - type 1.100 ». Résistance maximum du circuit : 260 ohms. — s/plan n° 86. I. N. M.

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	N° de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
18-12-1946	M. P. Schoepp, représentant la firme Hayden Ltd de Sheffield, 31, boulev. Audent, Charleroi.	13G/7740	**Dispositif de connexion pour tuyaux souples à air comprimé dénommé « Hayden-Nilos ».** s/feuille de croquis et figures n° 87. I. N. M.

VERSLAG
OVER DE
WERKZAAMHEDEN
IN 1945-46
VAN HET
Nationaal Mijninstituut
TE FRAMERIES-PATURAGES

DOOR

Joseph FRIPIAT,

Hoofdingenieur der Mijnen,

Beheerder-Bestuurder van het Instituut.

INHOUDSOPGAVE

I. *Werken betreffende de springstoffen en de slagpijpjes* 179

1. *Verschillende keuringen van springstoffen* 179

a) Controleafvuringen met S.G.P.-springstoffen 179

b) Studie van door de N.V. « Poudreries Réunies de Belgique » voorgestelde formules van niet-S.G.P.-springstoffen 180

c) Studie van twee door de « Fabrique Suisse d'Explosifs », te Dottikon, voorgestelde formules ... 182

2. *Studie van ongevallen te wijten aan het gebruik van springstoffen* 183
a) Mijngasontvlamming van 20 Maart 1946, in de bedrijfszetel St-Antoine van de mijn « Ouest de Mons » 183
b) Ongeval van 7 Mei 1946 in de bedrijfszetel Sacré-Français van de « Charbonnages Réunis de Charleroi » 189
c) Ontvlamming van 25 November 1946 in de bedrijfszetel Boverie van de « Charbonnages de Marihaye » te Seraing 192
3. *Studie van de veiligheidshuls* 196
4. *Studie van de incidenten bij het springwerk* 201
5. *Samenstelling van de gassen die gevormd worden bij het afvuren van ladingen in een mortier* 203
6. *Studie van de tijdslagpijpjes* 207
a) Overzicht van de keuringsmethoden 207
b) Studie van de slagpijpjes der « Dynamit Aktien Gesellschaft » 209
c) Studie van de slagpijpjes der firma « Atlas » ... 212
7. *Studie van een veiligheidsohmmeter* 218
II. *Studie van een ongeval te wijten aan een defecte benzinelamp* 220
III. *Verlichting door draagbare electrische lampen*
Aanneming van zes nieuwe lampen 228
IV. *Opzoekingen nopens de ontvlamming van mijngas door de gloeidraad van draagbare electrische lampen* 231
a) Overzicht van de voorgaande opzoekingen 231
b) In 1946 gedane opzoekingen 233
V. *Opzoekingen nopens de ontvlamming van knalgas in de draagbare electrische lampen* 243
a) Opzoekingen nopens de dichtheid der draagbare electrische lampen 244

b) Opzoekingen betreffende de ontvlamming van knalgas door accumulatorvonken 252
c) Studie van de gasontwikkeling in alkalische lampen na de lading 257
d) Studie van de gasontwikkeling bij de ontlading ... 266
VI. *Opzoekingen betreffende het mijngasveilig electrisch materieel* 271
Fluorescentieverlichting 271
VII. *De strijd tegen het stof* 274
(van het standpunt uit van hygiëne)
VIII. *In 1946 nagezien divers en electrisch tuig* 274
IX. *Werkzaamheden van het scheikundig laboratorium*... 275
X. *Laboratorium voor wetenschappelijk onderzoek* 276
Opzoekingen betreffende de verbranding van methaan 276

NATIONAAL MIJNINSTITUUT
TE FRAMERIES-PATURAGES

Verslag over de

Werkzaamheden in 1946

DOOR

Joseph FRIPIAT,
Hoofdingenieur der Mijnen,
Beheerder-Bestuurder van het Instituut.

I. WERKEN BETREFFENDE DE SPRINGSTOFFEN EN DE SLAGPIJPJES

1. Verschillende keuringen van springstoffen.

α) Controleafvuringen met S. G. P.-springstoffen.

In de loop van het jaar 1946 hebben wij drie en veertig ladingen S.G.P.-springstoffen in de mortier afgevuurd, waarvan een en twintig in een mijngasatmosfeer en twee en twintig in aanwezigheid van kolenstof.

De ladingen kwamen bijna uitsluitend voort van monsters, welke genomen werden in de distributiemagazijnen der mijnen.

Twee monsters Flammivore, drie Matagnite, drie Nitrocoop-

palite, twee Sabulite, vier Triamite en acht Alkalite werden beproefd.

Er deed zich geen enkele ontvlamming voor bij de afvuring in een mijngasatmosfeer.

De controle in een stofrijke atmosfeer daarentegen gaf verschillende resultaten, volgens de wijze waarop de ontvlambare stofwolk opgejaagd werd.

Wij hebben geen ontvlamming waargenomen, wanneer het stof gewoon met de hand in de galerij geworpen werd. Sommige S.G.P.-springstoffen daarentegen veroorzaakten een ontvlamming, wanneer de atmosfeer vooraf hevig in beweging gebracht was door de ontploffing van een patroon in een papieren zak vol stof.

De tweede manier van doen maakt de proef veel strenger ; zij is een betrekkelijk trouwe weergave van wat er in werkelijkheid bij springwerk met tijdslagpijpjes gebeurt : de ladingen ontploffen dan immers in een stofwolk, die door de er vóór ontplofte ladingen werd opgejaagd.

Het ingebrekeblijven van sommige S.G.P.-formules toont aan, dat men niet voorzichtig genoeg kan zijn bij de keuze van springstoffen die bestemd zijn om, met tijdslagpijpjes, in de kolenlagen gebruikt te worden.

* * *

b) Studie van door de N. V. « Poudreries Réunies de Belgique » voorgestelde formules van niet-S.G.P.-springstoffen.

Op verzoek van de « Poudreries Réunies de Belgique », hebben wij vijf springstoffen bestudeerd die, wat de samenstelling betreft, merkelijk afwijken van de thans in België aangenomen S.G.P.-formules.

De onderzochte springstoffen zijn aangeduid in tabel I.

Alhoewel ze niet leidde tot de aanvaarding van een springstof, was deze studie niet belang ontbloot. De twee springstoffen « Securit » deden inderdaad door hun hoge nitroglycerine- en natriumchloridegehalten terugdenken aan sommige springstoffen, die, ten gevolge van de eerste proeven van Frameries, eertijds als mijngasveilig werden aangenomen.

TABEL I.

Bestanddelen	Securit A	Securit B	Wetter-Nobelit B	Agesid	Ammon-Cahucite III
Nitroglycerine	40,0	35,0	30,0	41,91	—
Nitrokatoen	1,9	1,5	—	—	—
Ammoniumnitraat	24,0	23,5	26,5	24,0	80,0
Trinitrotolueen	—	—	—	—	18,0
Houtmeel	—	—	0,50	—	2,0
Oplossing met 50 % calciumnitraat	—	—	3,0	—	—
Natriumchloride	34,1	40,0	40,0	—	—
Kaliumchloride	—	—	—	34,09	—

De drie andere formules stellen Duitse springstoffen voor ; Wetter-Nobelit is een mijngasveilige.

Hier volgt een kort overzicht van onze vaststellingen tijdens de opzoekingen in de proefnemingsgalerij.

SECURIT A.

In mijngas : 9 patronen verwekken geen ontvlamming welk ook de gebruikte mortier (35 mm of 55 mm) zij.

In stof (kolen met 30 % vluchtige bestanddelen) : vier in de gewone mortier (55 mm) afgevuurde patronen verwekken de ontvlamming, zelfs dan, wanneer het stof met de hand in de galerij geworpen wordt.

In dezelfde voorwaarden volgt er geen ontvlamming met drie patronen.

SECURIT B.

In mijngas, is de grenslading, bij gebruik van de mortier van 55 mm, 700 gr.

In met de hand opgejaagd stof is deze grenslading 900 gr bij gebruik van de mortier van 55 mm (1).

(1) Het was ons niet mogelijk meer dan 9 patronen te plaatsen ; het gewicht springstof, dat een ontvlamming verwekt, kan dus groter zijn dan 900 gr.

Wanneer de stofwolk verwekt wordt door de ontploffing van een patroon in een zak met 3 kg stof, is de grenslading 700 gr bij gebruik van de mortier van 35 mm en 600 gr bij gebruik van die van 55 mm

WETTER-NOBELIT.

Grenslading in de mortier van 55 mm :
900 gr in mijngas,
900 gr in kolenstof (wolk gevormd door de ontploffing van een patroon springstof).

AGESID.

500 gr ontsteken zowel mijngas als een stofwolk verwekt door de ontploffing van een patroon springstof.

AMMONCAHUCITE.

300 gr ontsteken mijngas alsook stof dat in zwevende toestand gebracht werd door de ontploffing van een patroon springstof.

* * *

c) Studie van twee door de « Fabrique Suisse d'Explosifs à Dottikon » voorgestelde formules.

De Zwitserse springstoffenfabriek, te Dottikon, heeft ons gevraagd de twee volgende formules te beproeven in de galerij :

Bestanddelen	Wetter Argovit l	Wetter Aldorfit l
Nitroglycerine	29,2	4,00
Ammoniumnitraat	29,0	71,00
Trinitrotolueen	2,0	—
Dinitrotolueen	—	2,00
Houtmeel	—	3,00
Collodiumwol	0,8	—
Natriumchloride	39,0	20,00

De afvuringen in de galerij gaven de volgende uitslagen :

Wetter Argovit : in mijngas : 600 gr, ontvlamming ;
500 gr , geen ontvlamming ;
in kolenstof (in zwevende toestand gebracht met de hand) : 600 gr , geen ontvlamming.

Wetter Aldorfit : 900 gr ontsteken, noch het mijngas, noch het kolenstof, zelfs wanneer dit in zwevende toestand gebracht werd door de ontploffing van een patroon springstof.

2. Studie van ongevallen te wijten aan het gebruik van springstoffen.

In de loop van het jaar 1946 heeft het Mijnwezen ons gevraagd drie ongevallen, die zich bij het schietwerk voordeden, te bestuderen.

a) Mijngasontvlamming van 20 Maart 1946 in de bedrijfszetel St-Antoine van de « Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons ».

Deze ontvlamming deed zich voor bij een afvuring van dynamiet nr III, aan het houwfront van een steengang van 850 m lengte, welke in noordelijke richting gegraven werd.

De schietmeester en vier arbeiders die, op het ogenblik van de afvuring, bij het begin der schietleiding stonden op 117 m van het houwfront, werden omvergeworpen en ernstig verbrand.

Wat de calorische en mechanische uitwerkselen der ontploffing betreft, leidde het onderzoek tot de volgende vaststellingen :

Er waren sporen van verbranding zichtbaar op de betimmering van af 19 m van het houwfront en dit over een afstand van 12,5 m naar het begin van de steengang toe. Op de plaats, waar het personeel zich bevond, was een kledingstuk, dat daar aan de betimmering was opgehangen, gedeeltelijk verkoold.

Een monteerder, die op 170 m afstand van het houwfront in de steengang aan het werk was, werd door de verplaatste lucht en het meegejaagde stof omvergeworpen ; hij werd echter niet door de vlam geraakt.

De wagentjes, die nabij het houwfront stonden, waren op de sporen, op 10 cm afstand van elkander aangehaakt blijven staan.

De twee laatste wagentjes echter aan het zuidelijk uiteinde van een sleep, op 75 m afstand van het houwfront, waren het eene ontspoord, het andere omgekanteld.

Op 87 m van het houwfront waren de stijlen recht blijven staan, tegen de wand aangedrukt.

Op 145 m, m.a.w. op het uiterste punt dat door de vlam bereikt werd, werd een koffer van planken van 15 à 20 mm dikte, waarin de schietmeester zijn patronentas opborg, helemaal uiteengerukt teruggevonden. Op dezelfde plaats vond men een zeer vervormde hoed alsmede een stuk leer van een andere hoed.

De blazende verluchtingskoker van plaat van 3 mm dikte, die gevormd was uit elementen van 3 m lengte en 60 cm diameter, ging tot op 19 m van het bouwfront.

Slechts één buis was beschadigd, de tiende vanaf het houwfront, m.a.w. op 48 m afstand daarvan. Deze buis was geopend over een lengte van 1,50 m volgens een overlangse lasnaad, waarvan de boorden naar buiten waren omgeplooid. Deze buis was dus over de halve lengte ruw toegedrukt.

De helicoïdale ventilator, eindelijk, van het type Aerex, die op 250 m van het houwfront was opgesteld, was niet beschadigd.

Op het ogenblik der ontploffing was hij stilgevallen en hierdoor waren de smeltzekeringen van de electrische aandrijfmotor (motor van 10 P.K.) gesmolten.

In 't kort, er was noch spoor van verbranding, noch spoor van drukking zichbaar over de 20 laatste meter van de steengang ; de vlam echter had zich uitgebreid over ongeveer 125 m en de mechanische uitwerksels waren merkbaar in de steengang tot op ten minste 170 m afstand van het houwfront.

Volgens de verklaringen van de schietmeester, was de afwezigheid van mijngas vastgesteld, onmiddellijk vóór de afvuring, tot op een afstand van 25 m van de ladingen. De laatst doorsneden gesteenten waren ten andere zandsteenbanken, op een laagje van enige millimeter kolen na, dat maar even te zien was aan de bovenkant der galerij.

Na het ongeval werd herhaaldelijk de aanwezigheid van mijngas in de steengang waargenomen.

Eén uur na het ongeval kon een ingenieur van de bedrijfszetel, uit hoofde van de aanwezigheid van ontvlambaar gas, de galerij slechts onderzoeken tot op 270 m van het houwfront.

Vijf dagen na het ongeval werden er wolken mijngas waargenomen op 26 m, 32 m, 48 m en 73 m afstand van het houwfront. Op het laatste punt had men het graven gedurende verschillende maanden moeten stopzetten ter oorzake van een « blazer » met een debiet van 200 liter per seconde.

Op 2 April, ten slotte, werd er een laag mijngas gevonden tegen het dak der galerij tussen de punten gelegen op 46 m en 73 m van het houwfront.

Het is interessant de vaststellingen betreffende de lengte der vlam te vergelijken met de proefondervindelijke uitslagen, die door dhr Burgess worden aangehaald in het « Paper 42 » (jaargang 1942) « Firedamp Explosions, The Projection of Flame » van het « Safety in Mines Research Board ».

Deze onderzoeker bepaalde de grootste afstand, welke een mijngasvlam, bij ontsteking door een electrische vonk op het einde van een galerij van 190 m lengte en 2,25 m diameter, **bereikt.**

Hier volgen enige uitslagen van deze studie.

Lengte van het mijngashoudende gedeelte der galerij 8,00 m		
Methaangehalte in %	Lengte der vlam in het midden der galerij	Verhouding : Lengte der vlam op lengte van het mijngashoudend gedeelte der galerij
6,3	18	2,2
7,9	27	3,3
9,1	30	3,7
10,9	36	4,4
11,1	30	3,7

Lengte van het mijngashoudende gedeelte der galerij 16,00 m		
Methaan-gehalte in %	Lengte der vlam in het midden der galerij	Verhouding : Lengte der vlam op lengte van het mijngashoudend gedeelte der galerij
9,5	54	3,37
9,8	54	3,37
10,7	66	4,1
11,5	48	3,0

De lengte der vlam hangt van het methaangehalte af ; ze kan 4,4 maal de lengte van het mijngashoudend gedeelte bereiken.

Er valt nochtans op de merken, dat in deze proeven het mijngasmengsel voorhanden was over heel de doorsnede van de galerij, wat niet altijd het geval is in een mijngang.

De toepassing van de Engelse proefnemingen op het onderhavig geval leiden tot de aanwezigheid van mijngas over ten minste 125 : 4,4 = 28 m.

Dit getal is inderdaad een minimum, want het beantwoordt aan de maximum waarde van de verhouding tussen de lengte der vlam en die van het mijngashoudend gedeelte der galerij.

Indien wij nu terugdenken aan de vaststellingen, die wij deden tijdens proefnemingen in onze steengang van « Bois de Colfontaine » (*), zijn wij van mening dat de ontploffing van

(*) Deze proefnemingen, die gedaan werden op verzoek van de dienst der Nederlands Limburgse Mijnen zullen het voorwerp uitmaken van een latere mededeling. We zullen ons er toe beperken hier reeds de uitwerkselen aan te duiden van de ontploffing van een gasmensel, dat het einde van een galerij van ongeveer 4 m² doorsnede en 68 m lengte over 15 m vult. De vlam bereikte 45 m lengte (3 maal de lengte van het mijngashouden gedeelte der galerij. Een steenblok van 200 kg werd 3 m verplaatst. Nabij de opening was de betimmering gans vernield. De snelheid van de luchtstroom bedroeg 300 m/sec.

een lucht-mijngasmengsel, dat een galerij van 4 m2 nuttige doorsnede over een lengte van 28 m vult, veel hevigere en minder plaatselijke mechanische uitwerksels moet hebben dan deze, die vastgesteld werden in de steengang van de kolenmijn « Ouest de Mons ».

Het is waarschijnlijk dat bij het ongeval in de voornoemde kolenmijn, het ontvlambaar mengsel alleen tegen het dak van de galerij hing, doch zulks over een betrekkelijk grote afstand, wat de grote lengte van de vlam (125 m) verklaart.

In alle geval schijnt de afwezigheid van alle sporen van een vlam nabij het houwfront te bewijzen, dat de oorzaak van de ontploffing niet het afvuren van dynamiet nr III was.

Daar er niet betwijfeld werd dat de oorzaak niet aan de lampen de wijten was, bleven er slechts de schietleiding en het onstekingstoestel over. Deze werden in het Instituut onderzocht.

1. *Onderzoek van het ontstekingstoestel.*

Dit toestel is van het type A.B.F.G.S. der firma Schäffler, te Weenen (Oostenrijk) ; het kan een debiet leveren van 1 ampère in een kring met 330 ohm weerstand.

Het bestaat hoofdzakelijk uit een gelijkstroomdynamo die aangedreven wordt door een motor met veer.

Door een stelsel van nokken en pallen kan de rotor slechts in beweging gebracht worden, wanneer de veer volledig opgewonden is.

Gans het mechanisme zit in een metalen omhulsel, dat tegen een inwendige ontploffing bestand is. Dit ontstekingstoestel werd als mijngasveilig aangenomen bij beslissing n^{r} 13 D/5551, van 23 Mei 1938.

Wij hebben de werking gecontroleerd van de inrichting, welke de duur van de stroom begrenst door met het ontstekingstoestel in een metalen weerstand van 297 Ohm stroom te jagen en de sterkte alsmede de duur er van met een oscillograaf te registreren.

Twee proefnemingen hebben achtereenvolgens de volgende uitslagen gegeven :

Nummer van de film	Stroomsterkte in ampère	Duur van de stroom in millisecondes
1666	1,39 à 0,905	32,4
1667	idem	33,5

De duur van het stroomdebiet overtreft slechts in geringe mate de grootste toegelaten waarde (30 msec.). Het toestel is dus in goede staat.

2. *Onderzoek van de schietleiding.*

Afgezien van de beschadigingen, die door de vlam van het mijngas veroorzaakt werden, was de schietleiding in zeer slechte staat. Ze was immers gevormd door een groot aantal stukken, die aaneengezet waren zonder isolering. Wij hebben vastgesteld dat slechts op twee plaatsen de verbindingen door isoleerlint beschermd waren en er bestaat alle reden om aan te nemen dat dit ook het geval was op het ogenblik van de afvuring. Wat er ook van zij, de isolering ontbrak op de verbindingen van het gedeelte van de schietleiding, dat niet door de vlam werd beschadigd.

Het valt niet te betwijfelen, dat de ontvlammming veroorzaakt werd door een kortsluitingsvonk, die tussen de twee geleiders van de schietleiding sprong op een plaats waar ze niet geïsoleerd waren.

Dit ongeval bewijst eens te meer de noodzakelijkheid van het periodiek onderzoek der schietleidingen, zoals dit aangeraden wordt in de circulaire van 3 Januari 1946 van de Heer Directeur-Generaal van het Mijnwezen.

Deze circulaire alsmede de vaststellingen die wij tijdens de studie van de ongevallen te wijten aan het gebruik van springstoffen gedaan hebben, brachten het « Groupement général des Poudres et Explosifs » tot de oprichting van een dienst voor toezicht op de volgende in de mijnen gebruikte tuigen : ontstekingstoestellen, ohmmeters en schietleidingen.

Wij zijn van mening, dat zulk initiatief moet aangemoedigd worden, daar het zeker een vermindering zal ten gevolge hebben van de incidenten, die zich bij het gebruik van springstoffen voordoen en die altijd hinderlijk zijn en vaak noodlottige gevolgen hebben.

Wat de samenstelling van de schietkabels betreft, menen wij, dat het in België vrij algemeen gebruikte type « boutefeu » niet de gewenste hoedanigheden bezit om als vaste schietleiding te dienen.Deze kabel bestaat uit twee ineengedraaide geleiders elk gevormd door één koperdraad van 0,8 mm diameter. De isolering is ofwel een omhulling van caoutchouc, ofwel een laag papier, in beide gevallen met een omvlechting van katoen.

Een gewone slag van een hamer op de kabel beschadigt de twee isolerende lagen en legt de geleiders bloot.

Als veel degelijker vernoemen wij de kabel, welke door de N.V. « Société d'Etudes et de Rationalisation des Travaux Miniers » (S.E.R.T.R.A.) gebruikt wordt. Deze is samengesteld uit twee evenwijdige geleiders, die beide door een tegen stoten zeer bestande omhulling van een synthetische stof geïsoleerd zijn. Elke geleider is gevormd door vier koperdraden van 0,45 mm doormeter, wat de plooibaarheid van de kabel vermeerdert. De beide omhullingen zijn gewoon overlangs aan elkaar gelast.

b) Ongeval van 7 Mei 1947 in de bedrijfszetel « Sacré-Français » van de « Charbonnages Réunis de Charleroi».

Een ontvlamming van mijngas in een pijler zou als oorzaak de afvuring van en patroon Matagnite met veiligheidshuls gehad hebben, patroon die gebruikt werd om een bres de verdiepen in het strekkende van de laag Caillette op de verdieping van 860 m.

Wij hebben eerst, door een reeks proeven in onze proefnemingsgalerij, nagegaan of de springstof beantwoordt aan het er in gesteld vertrouwen.

We hebben de volgende vaststellingen gedaan :

1° — Twee ommantelde patronen, achtereen geplaatst en opgehangen midden in een mijngasatmosfeer met een methaangehalte van 9,5 % : geen ontvlamming.

2° — Twee niet-ommantelde patronen, achtereen geplaatst en opgehangen midden in een mijngasatmosfeer met een methaangehalte van 9,75 % : geen ontvlamming.

3° — Een niet-ommantelde patroon wordt in een stalen buis, die een overlangse gleuf, van 5 mm breedte vertoont, gestoken en ingesloten tussen twee opstoppingen van 45 mm lengte.
De afvuring van de patroon midden in een mijngasatmosfeer (methaangehalte 8 %) verwekt geen ontvlamming.

4° — In een stalen blok is een gleuf gemaakt, die de vorm heeft van een halve cylinder met horizontale as en 70 mm doormeter. Hierin zijn twee niet-ommantelde springstofpatronen gelegd. De ontploffing van de lading, die dus midden in een mijngasatmosfeer ligt (methaangehalte 8,75 %), veroorzaakt geen ontvlamming.

5° — Twee niet-ommantelde springstofpatronen zijn achtereengeplaats in een mortier van 35 mm en er zo ver mogelijk ingeduwd. Er blijft een vrije ruimte van 32 cm, waarin 50 gr losse springstof wordt gestrooid. In een mijngashoudend midden (methaangehalte 9 %) veroorzaakt de afvuring geen ontvlamming.

6° — Gelijkaardige proef met de voorgaande, behalve dat de lading slechts 10 cm lang is. Het schot ontsteekt het mengsel luchtmijngas met 8,75 % methaan niet.

7° — Twee patronen, waarvan de veiligheidshuls werd verwijderd, worden achtereen zo ver mogelijk in de mortier van 35 mm gestoken ; vóór de lading blijft een ruimte van 15 cm.
50 cm vóór de opening van de mortier is een verticale metalen plaat geplaatst die met 50 gr poedervormige springstof is bedekt. Het schot ontsteekt het mijngashoudend mengsel met 8,75 % methaan niet .

In 't kort, we hebben drie proeven gedaan in open lucht (n^{rs} 1, 2 en 4) ; een, die gelijkenis vertoont met een schot in gekloven gesteente (n^{r} 3) ; drie, uitgevoerd in voorwaarden, die van zulke aard zijn, dat zij de invloed van onvolledig ontploffende stukjes springstof in het licht stellen (n^{rs} 5, 6 en 7).

Sommige onderzoekers (in Frankrijk en in Duitsland) hebben een overwegende rol toegekend aan deze springstofdeeltjes, die, na ontsnapt te zijn aan de invloed van het slagpijpje, op een hoge temperatuur in een ontvlambare atmosfeer worden gejaagd.

Daar het onderzoek der springstof tot een negatieve uitslag had geleid, zijn wij nagegaan of de oorsprong van de ontvlamming niet een electrische vonk kon zijn overspringend in de schietketen.

Het ontstekingstoestel was in zeer goede staat en onmiddellijk werd aangenomen dat de oorzaak elders moest gezocht worden.

De schietleiding was van het type « boutefeu » en gevormd door twee ineengedraaide koperen geleiders van 0,9 mm, elk afzonderlijk geïsoleerd door een omhulling in gummi bedekt met een omvlechting van katoen.

Haar lengte was 10,60 m en de met de brug gemeten weerstand, 0,72 Ohm.

Wij hebben de schietleiding punt voor punt onderzocht en als volgt de beschadigingen der isolering opgetekend, hierbij de plaatsen aanduidend door de afstand naar een der uiteinden.

a) uiteinde (begin) : de twee geleiders zijn bloot over 8 cm lengte en over de volgende 10 cm is de katoenomvlechting weg ;

b) 30 cm van het uiteinde : een der geleiders is zichtbaar op een lengte van 3 cm ;

c) 8,90 m van het uiteinde : de twee geleiders zijn zichtbaar op een lengte van 2 tot 3 cm en dit op plaatsen die naast of ongeveer naast elkander liggen ;

d) 10,30 m tot 10,60 m van het uiteinde : de katoenomvlechting is beschadigd ;

e) uiteinde : de geleiders zijn bloot over een lengte van 3 cm en vertonen kronkelingen, wat laat veronderstellen dat de draden van het slagpijpje wel zeker aan dit uiteinde van de schietleiding vastgemaakt zijn geweest.

Wij zijn niet van mening dat deze beschadigingen de oorzaak van de ontvlamming zouden kunnen geweest zijn.

In een defecte schietleiding zijn zonder twijfel de gevaarlijke punten de niet geïsoleerde verbindingen, in de nabijheid waarvan de geleiders steeds uitstekende uiteinden vertonen, die de contacten vergemakkelijken.

Welnu, in de onderzochte schietleiding was er geen enkele verbinding.

Onze opsporingen waren beëindigd, toen het onderzoek aan het licht bracht dat er in werkelijkheid een tweede schietleiding aan de eerste als afleiding aangekoppeld geweest was, waarschijnlijk op 8,90 m afstand van het eene uiteinde, waar de isolering van beide geleiders verwijderd was.

Deze vaststelling laat veronderstellen, dat bij de afvuring er daar twee verbindingen bestonden, die een kortsluitingsvonk konden geven.

c) Ontvlamming van 25 November in de bedrijfszetel « Boverie » van de « Charbonnages de Marihaye », te Seraing.

Het betreft hier een plaatselijke kolenstofontploffing in een verkenningsdoortocht, welke onstoken werd door een brisante niet- S.G.P.- springstof.

Daar de stoflaag waarschijnlijk niet rijk genoeg was aan brandbare bestanddelen, heeft de vlam de hoofdsteengang, die 48 m van het houwfront lag, niet bereikt.

Volgens de vaststellingen, die tijdens het onderzoek gedaan werden, waren er drie gaten geboord in het dak van de steile laag Malgarnie. In elk boorgat waren twee of drie patronen Alsilite gestoken die aangezet waren met tijdslagpijpjes met de vertragingen 0,1 en 2.

Na het ongeval vond men in een der boorgaten twee patronen, die niet ontploft waren.

Er valt dus te veronderstellen, dat er een stuk van dit mijngat door een of zelfs door de twee ladingen, die eerst ontploften, werd weggeslagen. Deze eerste ontploffingen hebben een stofwolk opgejaagd, die later ontstoken werd door de in de vrije lucht ontploffende springstof.

De studie van dit ongeval behelsde de volgende proefnemingen.

Proeven betreffende de geschiktheid tot ontploffen van Alsilite.

Onderzoek van de uit de afslag gehaalde patronen.

Herinneren wij dat Alsilite een brisante, niet- S.G.P.- springstof is, waarvan de voornaamste bestanddelen zijn : ammoniumnitraat, trinitrotolueen en een klein percentage aluminium.

Om de geschiktheid tot ontploffen van deze springstof na te gaan, hebben wij de afstand gezocht, waarop een met een slagpijpje aangezette patroon een tweede niet aangezette patroon doet ontploffen, wanneer beide patronen op een loden plaat, die op een stalen blok ligt, geplaatst zijn.

Een eerste proef werd genomen met de patronen n^{rs} 113.399 en 113.400, die als monster genomen waren in het springstoffenmagazijn der kolenmijn.

Met een tussenruimte van 2 cm ontplofte de lading volledig.

Wij hebben dezelfde proef herhaald met de patronen n^{rs} 113.357 en 113.358, die na het ongeval teruggevonden werden in de gespleten steenbanken van het hangende.

Deze twee patronen zagen er heel normaal uit, uitgenomen dat hun geparaffineerd papieren omhulsel met zwart stof bedekt

was, alhoewel, volgens de natuur van het gesteente waarin ze gezeten hadden, dit stof grijs had moeten zijn.

De ontleding van dit stof gaf een asgehalte van 36 %, wat te weinig is voor schieferstof en te veel voor kolenstof.

Deze patronen vertoonden, evenals de voorgaande, een zeer voldoende geschiktheid tot ontploffen, want wij hebben ze kunnen doen springen met een tussenruimte van 4 cm.

Deze gunstige uitslagen tonen aan, dat de aanzetkardoes van de gedeeltelijke weigering niet ontploft is in contact met de lading die in het mijngat werd teruggevonden, maar wel in de open lucht.

Proeven om stof te ontsteken door Alsilite.

Het voor deze proefnemingen gebruikte stof kwam voort van de laag Malgarnie met 22 % vluchtige bestanddelen en 2,58 % as (percentages vastgesteld voor droge kolen).

Proef 1. — Drie Alsilite-patronen worden aangezet met een tijdslagpijpjes n^{r} 2 en achtereen in de mortier van 60 mm gestoken achter een opstopping klei van 10 cm lengte. Door te ontploffen jaagt de lading 3 kg stof op, dat in een hoopje vóór de opening van de mortier geplaatst is.

Een patroon, die in de galerij gehangen is, ontploft 1 second later in de stofwolk.

Er volgt geen stofontvlamming.

Proef 2. — Dezelfde als proef 1, behalve dat de lading, die in de stofwolk ontploft, uit twee patronen Alsilite bestaat. Geen stofontvlamming.

Proef 3. — Dezelfde als proef 2, maar de lading in de mortier wordt afgevuurd zonder opstopping.

Twee patronen Alsilite ontploffen dus in een stofwolk die opgejaagd werd door de ontploffing, 1½ seconde vroeger, van een niet opgestopte lading.

Er volgt een geweldige ontvlamming ; de vlam slaat uit de galerij.

Proef 4. — Dezelfde als proef 3 ; leidt tot dezelfde vaststellingen. Wat meer is, er worden korsten cokes op de grond van de galerij gevonden, maar niet op drie dwars in de galerij geplaatste houten balken.

Proef 5. — In een papieren zak met 3 kg stof is een patroon Alsilite geplaatst. Een seconde na de ontploffing van de zak ontploft in de stofwolk een patroon Alsilite, die in de galerij hangt. Er volgt geen ontvlamming.

Proef 6. — Het stof wordt op dezelfde wijze opgejaagd als in proef 4, maar de lading, die in de stofwolk ontploft, bestaat uit drie patronen.

Er volgt een geweldige stofontploffing ; de vlam slaat uit de galerij.

Proeven 7 en 8. — Dezelfde als de twee vorige wat betreft de verspreiding van het stof, maar de lading, die in de stofwolk ontploft, bestaat uit twee patronen.

In beide proeven ontvlamt het stof en slaat de vlam uit de galerij.

In 't kort, er doet zich een stofontvlamming voor, wanneer twee patronen ontploffen in een stofwolk, die vooraf opgejaagd werd hetzij door drie patronen zonder opstopping afgevuurd in een mortier, hetzij door een patroon ontploffend in een pak stof.

Er volgt geen ontvlamming, wanneer de lading, die de stofwolk opjaagt, afgevuurd wordt in een mortier achter een opstopping van klei van 10 cm lengte.

Als besluit mag men zeggen, dat de ontploffing van een kleine lading brisante springstof in een wolk van kolenstof met 22 % vluchtige bestanddelen er de ontvlamming van kan veroorzaken.

Dit ongeval laat uitschijnen, dat het nodig is het schietwerk met tijdslagpijpjes alleen toe te vertrouwen aan gevormde schietmeesters, die bekwaam zijn de ladingen te doseren volgens het verbrokkelingswerk dat elk dezer ladingen moet verwezenlijken. In alle geval, wanneer er geschoten moet worden met tijdslagpijpjes in aanwezigheid van een ontvlambaar midden, eist de arbeidsveiligheid het gebruik van S.G.P.-springstoffen.

3. Studie van een veiligheidshuls.

Men weet in welke mate de veiligheidshuls, uitgevonden door Em. Lemaire, de veiligheid bij het schietwerk vermeerdert.

Het onderzoek van de proefnemingen, waarvan de uitvinder het relaas geeft in een nota, verschenen in 1914 in de *Annales des Mines de Belgique* (1), is zeer leerrijk op dat gebied.

Om slechts de meest kenmerkende uitslagen, die in het proefstation te Frameries geboekt werden, aan te halen, herinneren wij dat een lading van 800 gr gomdynamiet nr 1, afgevuurd in een mortier, noch mijngas, noch stof ontsteekt, wanneer de patronen ommanteld zijn door een huls van 100 gr gevormd door een mengsel van gelijke delen calciumfluoride en natriumchloride.

Herinneren wij ook, dat dezelfde uitslag bekomen wordt door de aanwending van deze twee stoffen afzonderlijk mits 95 gr chloride per patroon te gebruiken of 100 gr fluoride. Een patroon van dezelfde springstof zonder huls geeft regelmatig ontstekingen.

Een krachtige springstof, die uiteraard niet veilig is, verkrijgt deze eigenschap door de huls ; toegepast op de uiteraard veilige S.G.P.-springstoffen, verdubbelt de huls de veiligheid er van en vergoedt zij de onvermijdelijke fabricageonregelmatigheden, die over het algemeen een vermindering van de grenslading voor gevolg hebben.

De bemoedigende uitslagen van de opzoekingen van Em. Lemaire konden niet anders dan een weerslag uitoefenen op de mijnpolitie. Vanaf 1920 werd dan ook toegelaten de uitwendige opstopping te vervangen door de veiligheidshuls. Van de uitwendige opstopping werd dan ook spoedig afgezien om reden van de moeilijkheden van de verwezenlijking er van en zulks ten voordele van de huls, waarvan het gebruik zich steeds uitbreidde in de loop der jaren 1920 tot 1930.

De fabricage in het groot van de ommantelde springstoffen bracht moeilijkheden mede, die men eerst niet had vermoed.

(1) Zie « Annales des Mines de Belgique », boekdeel XIX jaargang 1914, blz. 587 en volgende.

De as van de patroon en die van de huls vielen niet altijd samen ; het dovend product zakte naar een uiteinde van het papieren omhulsel, waardoor er daar een dikte van inerte stof gevormd werd, die de overdracht van de ontploffingsgolf hinderde, terwijl anderzijds de springstofkern bloot kwam.

Deze zwarigheden brachten het Nationaal Mijninstituut er toe, in samenwerking met de fabrikanten, een nieuwe studie van de ommantelde springstoffen aan te vatten. Er werden verscheidene verbeteringen aangebracht aan de wijze van patronenvorming en aan de bereiding der papieren omhulsels. Maar, daarenboven, werd er bevonden dat, om het afzakken van de poedervormige grondstof der huls te verminderen, het nodig was er een bindmiddel in te verwerken : klei, kaolien of plaaster.

Het koninklijk besluit van 14 Augustus 1930 bekrachtigde deze vaststellingen door de invoering van de volgende voorschriften : huls van 3 mm dikte, bevattend (voor 100 gr springstof) 65 gr van een mengsel gevormd door 25 % bindmiddel (klei, plaaster, kaolien) en 75 % dovende stoffen, met name natrium- of calciumfluoride of een mengsel van natrium- of kaliumchloride met ten minste 35 % fluoride.

Het stond de fabrikant dus vrij ; tussen de voorgestelde dovende stoffen (chloriden of fluoriden) deze te kiezen die het best geschikt waren voor zijn springstof en voor de manier waarop de huls werd gevormd.

Om de doelmatigheid van de gekozen grondstof na te gaan, werden in volle mijngas gehangen ladingen afgevuurd. De patronen werden ten getale van 8 (grootste gebruikte lading) achtereen zonder tussenruimte op een metalen staaf van 5 tot 6 mm diameter gebonden. De patronen op de uiteinden werden verlengd door papieren hoedjes van 4 tot 5 cm lengte, die gevuld waren met het mengsel der huls. Dit kon zeer gemakkelijk gedaan worden door op het omhulsel van de patroon een papieren cylinder te plakken. De zoo gevormde lading werd in de ontploffingskamer van onze galerij evenwijdig aan de langsas van deze gehangen.

De huls werd als doelmatig aangezien, indien er geen van vijf opeenvolgende afvurigen het mijngas ontstak.

De talrijke proefnemingen, welke wij in die tijd (1930) deden onder de leiding van Ad. Breyre, leidden tot de aanneming van 8 verschillende formulen voor hulsstof (een voor elke aangenomen S.G.P.- springstof), waarin voornamelijk calciumfluoride (ten minste 50 %) voorkwam met of zonder toevoeging van natriumchloride, terwijl het bindmiddel klei of plaaster was.

Zoals wij reeds hebben gezegd werden de ladingen, op de uiteinden voorzien van verlengstukken gevuld met ommantelingsstof, afgevuurd. Sommige springstoffen gaven zelfs voldoening bij deze proefnemingen zonder deze bijkomende veiligheidsmaatregel, maar de uitslagen waren niet regelmatig. 800 gr van dezelfde springstof, afgevuurd zonder dat de uiteinden bedekt waren met ommantelingsstof, deden het mijngas al dan niet ontvlammen volgens de ouderdom der springstof of het vochtgehalte er van ; deze twee factoren werkten in verschillende zin.

Wat er ook van zij, het feit dat de uiteinden van de lading bedekt zijn met ommantelingsstof mildert het streng karakter van de proef. Zo kan men zich afvragen of deze handelwijze niet kan toegepast worden bij het echte schietwerk.

Naar onze mening zou de verwezenlijking van ladingen met ommantelde uiteinden moeilijkheden meebrengen en wij hebben gedacht dat het verkieslijker was te trachten de doelmatigheid van de veiligheidshuls zelf nog te vergroten, huls die, zoals ze uitgedacht werd door de uitvinder, slechts uit een ring dovende stoffen bestaat, die de springstofkern omhult zonder de uiteinden te bedekken (*).

Om daartoe te geraken hebben wij, buiten de stoffen, die gewoonlijk voor de veiligheidshuls gebruikt worden, andere pro-

(*) We zouden als beslissend argument om een grotere doelmatigheid der veiligheidshuls trachten te verwezenlijken de steeds toenemende aanwending der tijdslagpijpjes kunnen vermelden. Het klassiek incident bij dit gebruik is het wegslaan van een gedeelte van een der ladingen door een andere, die vroeger ontplofte, wat voor gevolg heeft dat er patronen in de open lucht ontploffen, die alleen door de ringvormige huls beschermd zijn zonder dat er ommantelingsstof de uiteinden bedekt.

ducten beproefd, die wij doelmatiger achten en, om een vergelijking van hun dovende eigenschappen te kunnen opstellen, hebben wij ze afzonderlijk en onvermengd beproefd.

In sommige gevallen hebben wij het gewicht ommantelingsstof per patroon verhoogd ten opzichte van dat bepaald bij het ministerieel besluit van 14 Augustus 1930.

65 gr is, naar onze mening, te weinig om de onregelmatigheden der fabricage en het verschil van werking der springstof te vergoeden.

We hebben, om de veranderingen, die te wijten zijn aan het ouder worden der springstoffen, te onderkennen, er voor zorg gedragen de proeven betreffende eenzelfde springstofmonster op verschillende tijdstippen te doen.

We hebben de werkwijze gevolgd, die wij hiervóór beschreven hebben, m.a.w. achtereen opgehangen ommantelde patronen werden in volle mijngas afgevuurd, met alleen dit verschil, dat de vlakke uiteinden der lading bloot waren m.a.w. niet bedekt met ommantelingsstof.

Deze opzoekingen zijn verre van beëindigd. We geven hier slechts de eerste uitslagen.

Voor elke springstof en voor elke ommantelingsstof geven wij in tabel II de uiterste uitslagen, m.a.w. de minimum lading die tot ontvlamming aanleiding gaf en de maximum lading waarbij er zich geen ontvlamming voordeed.

Alleen de stoffen, die toelieten de grootste gebruikte lading (800 gr) af te vuren zonder het mijngas te ontsteken, verdienen onze belangstelling.

Voor Flammivore zijn deze : natriumcarbonaat, veldspaat (met 97 % Ca Fl2) en natriumbicarbonaat. Deze producten werden ondoelmatig bevonden ten opzichte van Matagnite.

Kaliumsulfaat gaf alleen bevredigende uitslagen met Nitrocooppalite en Alkalite.

Vloeispaat, dat doelmatig was met Flammivore was dit niet met Matagnite, Nitrobaelenite, Nitrocooppalite, Alkalite en Triamite.

Het blijkt dus, dat een bepaalde stof niet dezelfde dovende

Dovende stof	Diameter van de patroon met veiligheidshuls in mm.	Gewicht dovende stof voor 100 gr. springstof	Lading minimum met ontvlamm.	Lading maximum zonder ontvlamm.
Flammivore V bis				
Veldspaat	40	118	400	—
Natriumcarbonaat	36	60	900	800
Kaliumsulfaat	38	100	700	—
Natriumchloride	38	85	700	600
Vloeispaat (met 97 % $CaFl_2$)	36	110	900	800
Natriumbicarbonaat	36	67	900	800
Matagnite				
Natriumcarbonaat	36	55	800	
Kaliumsulfaat	36	90	500	
Vloeispaat (97 %)	36	112	600	
Natriumbicarbonaat	36	77	700	
Nitrobaelenite III				
Natriumcarbonaat	36	62	—	900
Kaliumsulfaat	36	92	—	700
Vloeispaat (97 %)	36	120	800	—
Natriumbicarbonaat	36	67	900	800
Nitrocooppalite				
Natriumcarbonaat	36	50	—	800
Kaliumsulfaat	36	90	—	900
Natriumbicarbonaat	36	67	900	800
Alkalite				
Natriumcarbonaat	36	45	—	800
Kaliumsulfaat	36	87	—	800
Vloeispaat (97 %)	36	100	800	—
Natriumbicarbonaat	36	70	900	800
Triamite				
Kaliumsulfaat	38	96	700	—
Vloeispaat (97 %)	38	100	800	700
Natriumbicarbonaat	36	75	—	800

werking uitoefent ten opzichte van alle springstoffen of m.a.w. dat elke springstof een aangepaste huls moet hebben.

Em. Lemaire had reeds vastgesteld, dat een bepaald ommantelingsproduct, dat doelmatig was voor gomdynamiet, dit veel minder was voor een andere brisante springstof zoals Sabulite O.

Men constateert insgelijks dat, hoe zonderling ook, natriumchloride, dat in al de S.G.P.- springstoffen voorkomt, geen dovende uitwerking heeft als ommantelingsproduct.

Natriumcarbonaat toonde zich als een volmaakt doofmiddel voor Flammivore, Nitrobaelenite, Nitrocooppalite en Alkalite ; voor dezelfde springstoffen gaf natriumbicarbonaat bevredigende uitslagen.

Dit is meer dan een louter toeval ; aan een gematigde verhitting blootgesteld ontbindt natriumbicarbonaat in koolzuur, waterdamp en natriumcarbonaat :

$$2\ NaH\ CO_3 = CO_2 + H_2O + Na_2\ CO_3$$

Het is dus niet te verwonderen dat natriumbicarbonaat en carbonaat gelijkaardig werken.

Uit onze opzoekingen kan het volgende besluit getrokken worden : het is mogelijk veiligheidshulzen te verwezenlijken, die toelaten van onze S.G.P.- springstoffen de maximum gebruikslading in volle mijngas af te vuren, zonder dat er een ontvlamming wordt verwekt en zulks alhoewel de vlakke uiteinden der lading niet ommanteld zijn.

In de loop van het jaar 1947 zullen wij de practische toepassing van dit besluit te onderzoeken hebben.

4. Studie van de incidenten bij het schietwerk.

In de jaarverslagen van 1944 en 1945 hebben wij de proefnemingen aangeduid, welke wij gedaan hebben om de omstandigheden op te zoeken, die het deflagreren van springstofladingen bevorderen.

Dit abnormaal verschijnsel toeschrijvend aan een gebrekkige lading, hebben wij eerst ladingen afgevuurd, die elk een der volgende gebreken vertoonden :

1° het slagpijpje losgekomen uit de aanzetpatroon ;

2° een met steen- of kolenstof gevulde onderbreking van de lading ;

3° te zeer samengeperste ladigen.

Deze proefnemingen, die eerst gedaan werden in de mortier in de proefnemingsgalerij, vervolgens in het gesteente van de galerij van Bois de Colfontaine, hebben allemaal negatieve uitslagen gegeven, m.a.w. wij hebben telkens, hetzij een volledige, hetzij een gedeeltelijke detonatie waargenomen, doch nooit de vertraagde verbranding van de lading.

In 1946 hebben wij onze opzoekingen voortgezet in onze galerij van Bois de Colfontaine en hierbij inzonderheid de samenstelling van de aanzetpatroon laten veranderen.

Over het algemeen hebben wij gelijke delen gemalen kolen en fijn geraspte paraffine met de springstof innig vermengd.

Wij hebben Flammivore V*bis*, een S.G.P.-springstof met 10 % nitroglycerine, gebruikt.

Voor elk schot bestond de lading uit 3 tot 5 patronen, welke in een gat gestoken werden, dat in zachte schieferstenen geboord was. Dit gat werd vervolgens met vochtige klei opgestopt.

Bij vermenging van 9,7 gr kolen en 9,7 gr paraffine met de aanzetpatroon (19,4 % inerte stoffen voor 80,6 % springstof) brandde deze patroon op zonder het overige der lading te doen ontploffen.

Bij de afvuring hoort men een zwak, dof geluid : dat van de ontploffing van het slagpijpje. Men stelt vast dat de opstopping is blijven zitten. Wanneer ze verwijderd wordt, ziet men dat het boorgat wat uitgewijd is en met witte rook gevuld, die van de ontbinding van de aanzetpatroon voortkomt.

Uit het boorgat haalt men de patronen met normale samenstelling, die niet ontploft zijn maar zodanig werden samengeperst, dat hun lengte nog maar de helft van de oorspronkelijke lengte bedraagt.

De wijziging van de springstof in de aanzetpatroon kan voorzeker de vergelijking niet doorstaan met wat er in de praktijk zou kunnen geschieden.

De uitslagen van onze opzoekingen zijn echter waard vermeld te worden ; nooit immers zijn wij er in geslaagd een verbranding te verwezenlijken in geval de aanzetting geschiedde door middel van een slagpijpje.

Wij hebben onze vaststellingen medegedeeld aan springstoffabrikanten. Men kan zich immers afvragen of paraffine niet met de springstof kan vermengd geraken ten gevolge van een fabricagefout.

Deze studie zal voortgezet worden gedurende het jaar 1947 in onze galerij van Bois de Colfontaine.

5. Samenstelling van de gassen die gevormd worden bij het afvuren van ladingen in een mortier.

In 1945 hadden wij de studie aangevat van de samenstelling van de gassen, die bij het afvuren van ladingen in een mortier gevormd worden.

Wij hebben dit onderzoek voortgezet ons beperkend tot de twee volgende Amatol-formules.

	Formule 1	Formule 3
Ammoniumnitraat	80	60
Trinitrotolueen	20	16
Natriumchloride	—	24

In een mortier afgevuurd ontvlamt 100 gr der formule 1 mijngas, terwijl zelfs 800 gr van formule 3 zulks niet doet. Deze laatste komt ongeveer overeen met de formule van de Engelse mijngasveilige springstof « Roburite 4 ».

Zoals reeds gezegd in ons verslag voor het dienstjaar 1945, worden de gassen opgevangen in een rood koperen vat van 530 cm3 inhoud, dat vooraf luchtledig is gemaakt.

Op dit vat staat een metalen buis van 10 mm binnendiameter, waarop, met een verbindingsstuk in gummi, een glazen pijpje

zit. Dit loopt uit op een punt die in de vlam van een Bunzenbrander gesloten wordt, nadat het vat luchtledig gemaakt is.

De springstof (ongeveer 200 gr) wordt tot een patroon verwerkt in een glazen buis van 30 mm diameter, aangezet met een slagpijpje nr 8 en in een stalen mortier van 35 mm geplaatst.

Gedurende de proefnemingen hebben wij de plaats der gasopvanging, de ligging van de lading in de mortier, alsmede de plaats van het slagpijpje veranderd.

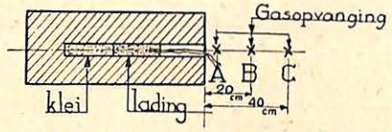
De uitslagen van onze opzoekingen worden gegeven in de tabellen III, IV en V; de ontbindingsproducten van de sprinstof worden er in molecuulgram aangeduid.

· TABEL III ·

AFVURINGEN ZONDER OPSTOPPING

SLAGPIJPJE AAN DE KANT DER OPENING

Ruimte vóór de lading : 25 tot 30 cm.



	Zuiver amatol [1]				Amatol met 24% zout [3]			
	Opvanging				Opvanging			
	in A	in B		in C	in A	in B		in C
Nder proef	1	2	3	4	5	6	7	8
CO_2	0,471	0,526	0,563	0,512	0,515	0,588	0,551	0,595
H_2O	2,102	2,144	2,182	2,157	2,075	2,179	2,123	2,139
CO	0,117	0,079	0,044	0,091	0,092	0,058	0,081	0,025
CH_4	0,028	0,011	0,009	0,013	0,041	0,003	0,016	0,028
N_2O	0,005	0,006	0,006	0,004	0,004	0,003	0,008	0,006
H_2	0,062	0,054	0,020	0,037	0,049	0,020	0,050	0,010
O_2	0,181	0,123	0,085	0,126	0,156	0,050	0,100	0,078
N_2	1,127	1,126	1,126	1,128	1,121	1,122	1,117	1,119

Tabel III heeft betrekking op afvuringen zonder opstopping. De uitslagen zijn onregelmatig.

Men zal nochtans opmerken dat de gehalten aan brandende stoffen (CO en H2) het grootst zijn, indien het gas opgevangen wordt bij de opening van de mortier.

De verbrandingsgassen (CO2 en H2O) integendeel vermeerderen, althans het gemiddelde er van, wanneer de opvangbuis van de mortier verwijderd wordt.

De reacties zijn dus niet volledig gedaan wanneer de ontploffingsgassen uit de mortier stromen ; de verbranding van het koolmonoxyde en van de waterstof voltrekt zich bij de aanraking der lucht.

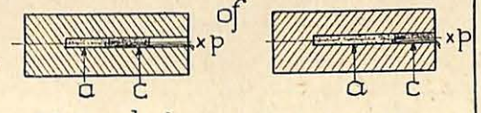
Tabel IV heeft betrekking op afvuringen zonder opstopping met het slagpijpje achter in de lading.

· TABEL IV ·

AFVURINGEN ZONDER OPSTOPPING

SLAGPIJPJE AAN DE ACHTERKANT

Gasopvanging juist vóór de opening van de mortier.



a: klei c: lading p: opvanging

	Zuiver amatol [1]		Amatol met 24% zout [3]	
	Ruimte vóór de lading 30 cm.	Geen ruimte vóór de lading	Ruimte vóór de lading 30 cm.	Geen ruimte vóór de lading
Nder proef	9	10	11	12
CO_2	0,537	0,537	0,520	0,553
H_2O	2,153	2,152	2,074	2,120
CO	0,063	0,065	0,078	0,071
CH_4	0,016	0,014	0,051	0,025
N_2O	0,004	0,003	0,004	0,007
H_2	0,035	0,040	0,029	0,035
O_2	0,117	0,117	0,160	0,106
N_2	1,128	1,129	1,121	1,118

Indien men de ontbindingsformules der proeven 9 tot 12 vergelijkt met de proeven 1 en 5 van tabel III (voor al deze proeven werd het gas juist vóór de mortieropening opgevangen), stelt men vast dat de brandbare gassen CO en H2 verminderen, indien men de aanzetting aan de voorkant vervangt door de aanzetting aan de achterkant. De gehalten CO en H2 van tabel IV zijn immers kleiner dan in proeven 1 en 5 van tabel III.

De ontbindingsreacties zijn dus verder voltrokken bij de tweede wijze van aanzetten.

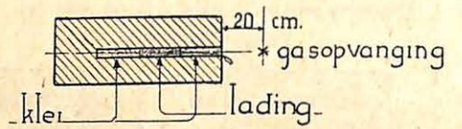
Tabel V heeft betrekking op ladingen, die afgevuurd werden achter een opstopping van klei. Men stelt hier vast dat de uit-

· TABEL V ·

AFVURINGEN ACHTER EEN OPSTOPPING VAN KLEI

SLAGPIJPJE AAN DE KANT DER OPENING

Opvanging der gassen op 20 cm afstand van de mortier



	Zuiver amatol [1]			Amatol met 24% zout [3]		
	Lengte van de opstopping in cm.					
	13	30	30	10	16	30
N° der proef	13	14	15	16	17	18
CO_2	0,558	0,554	0,556	0,555	0,595	0,568
H_2O	2,181	2,149	2,176	2,113	2,146	2,031
CO	0,047	0,043	0,052	0,061	0,034	niet
CH_4	0,011	0,019	0,008	0,032	0,019	0,080
N_2O	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003	0,009
H_2	0,017	0,066	0,028	0,028	0,021	0,014
O_2	0,090	0,113	0,092	0,114	0,071	0,170
N_2	1,129	1,130	1,129	1,121	1,123	1,116

slagen onderling minder verschillen ; de aanwezigheid van de opstopping heeft dus als uitwerksel de ontbindingsreacties der springstof regelmatiger te doen verlopen, wat ten andere te voorzien was.

Het verloop van de reacties schijnt niet beinvloed te worden door de vermeerdering van de lengte van de opstopping en, afgezien van de proefneming 18, blijven er altijd brandbare bestanddelen over in de ontploffingsgassen.

De samenstelling van de ontploffingsgassen van de springstoffen, die wij onderzocht hebben, stemmen goed overeen, alhoewel beide formules ten zeerste van elkander verschillen, daar de ene die van een mijngasveilige springstof is en de andere niet.

De vergevorderde invreting van onze mortier liet ons niet toe dit onderzoek verder door te drijven.

6. Studie van de slagpijpjes met tijdontsteking.

In den loop van het jaar 1946 hebben wij twee partijen slagpijpjes met tijdontsteking bestudeerd, die aangeboden werden door de firma's « Dynamit Aktien Gesellschaft » (D.A.G.), te Troisdorf (Duitsland), en « Atlas Powder », te Delaware (Verenigde Staten).

a) Herinnering van de nazichtsmethoden.

Om het geheugen op te frissen, zullen wij eerst herhalen welke proeven wij doen bij dergelijke studies.

Meting van de ontploffingstijd.

Het doel dezer meting is de tijd te bepalen, die verloopt tussen het ogenblik, waarop de stroom in de keten met het slagpijpje gejaagd wordt en de ontploffing van dit laatste.

Men jaagt door het slagpijpje de op een bepaalde waarde geregelde stroom van een batterij en men registreert met een oscillograaf de tijd dat de stroom er doorgaat : bij de ontploffing van het slagpijpje verdwijnt de stroom.

Men onderzocht alzo een voldoende aantal momentslagpijpjes om de afwijkingen, die aan fabricageonregelmatigheden te wijten zijn, te kunnen verwaarlozen. Van de gemeten tijden, wordt alleen de minimumtijd T1 weerhouden.

Meting van de gevoeligheid der ontstekers.

Het doel er van is de minimumdoorgangstijd van de stroom te bepalen welke nodig is om de ontsteker van het slagpijpje tot ontvlamming te brengen.

Vier of vijf slagpijpjes worden in serie in de stroomkring van een batterij geschakeld ; in die kring laat een draaiende schakelaar toe de tijd dat de stroom doorgaat op een bepaalde waarde te regelen.

Door terzelfdertijd de stroomsterkte een de doorgangstijd te laten veranderen bekomt men, hetzij de ontsteking van al de in de kring geschakelde slagpijpjes, hetzij de ontsteking van slechts een gedeelte dezer slagpijpjes, hetzij de weigering van al deze slagpijpjes.

Men tekent door middel van de oscillograaf de doorgangstijden en de stroomsterkten op.

Voor een bepaalde stroomsterkte, worden alleen de proeven behouden, waarin al de slagpijpjes van de kring ontploft zijn, en, van de opgetekende doorgangstijden, stipt men de maximum waarde tII aan. Deze stelt de juist vereiste doorgangstijd voor om de minst gevoelige ontstekers van de partij te doen ontvlammen.

De twee metingen : ontploffingstijd der slagpijpjes en gevoeligheid der ontstekers, hebben als doel het nazicht van de regelmatigheid van de ontsteking der slagpijpjes.

Er zal bij werkelijk schietwerk zich geen weigering voordoen, indien de minst gevoelige ontsteker voldoende energie krijgt om te ontvlammen voordat het eerste slagpijpje ontploft ; m.a.w. het volgende is nodig

$$t_{II} < T$$

Nazicht van de juistheid der vertragingen.

Regelmatigheid bij het schietwerk veronderstelt dat de ineens af te vuren slagpijpjes achtereenvolgens, volgens de nummering der vertragingen ontploffen.

De regelmatigheid der ontploffingen wordt nagezien door de geluidsgolven, die door de ontploffingen verwekt worden, te

registreren. Deze geluidsgolven worden opgevangen door een microphoon, die ingeschakeld is in de versterkingskring van een radiopost. De versterkte stroom wordt op de film van de oscillograaf neven de ontstekingsstroom opgetekend.

Elke beproefde serie bestond uit vier slagpijpjes met verschillende vertraging en één momentslagpijpje, waarvan de ontploffing het begin van de tijd aanduidde.

b) Studie van de slagpijpjes der « Dynamit Aktien Geselschaft ».

Wij hebben eerst de fabricageregelmatigheid onderzocht door de maximum ontvlammingstijd der ontstekers en de minimum ontploffingstijd der momentslagpijpjes te meten.

Tabel VI geeft de uitslagen van dit nazicht.

TABEL VI.

Sterkte van de ontstekings-stroom in ampère	Ontvlammingstijd der minst gevoelige ontstekers in milliseconden. t II	Minimum ontploffingstijd der slagpijpjes in milliseconden. T I
0,9	1,95	2,10
1,0	1,55	1,85
1,1	1,25	1,60
1,2	0,90	1,35
1,3	0,60	1,10

Voor elke sterkte van de ontstekingsstroom zijn de in de tweede kolom aangeduide tijden kleiner dan die opgetekend in de derde, zoals het nodig is om de ontsteking zonder weigering te bekomen van de slagpijpjes die ineens worden afgevuurd.

Het nazicht van de regelmatigheid van de vertragingen gaf de uitslagen die opgetekend zijn in tabel VII.

De grootste afwijkingen van de theoretische ontploffingstijden: 0,5, 1,0, 1,5 ... 5,0 seconden, die de gemiddelde ontploffingstijden vertonen, doen zich voor voor de slagpijpjes met vertraging 9 en 10.

TABEL VII.

Vertragingen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aantal proeven .	5	13	8	10	8	10	8	7	9	9
Gemiddelde ontploffingstijd .	0,50	1,01	1,59	1,98	2,42	2,85	3,37	3,82	4,24	4,74
Maximum afwijking van de gemiddelde tijd .	0,06	0,15	0,17	0,14	0,20	0,15	0,07	0,09	0,20	0,24
Verschil tussen de uiterste afwijkingen . . .	0,10	0,24	0,25	0,24	0,28	0,28	0,15	0,14	0,32	0,30
Minimum ontploffingstijd .	0,46	0,92	1,42	1,88	2,34	2,72	3,30	3,73	4,12	4,68
Maximum ontploffingstijd .	0,56	1,16	1,65	2,12	2,62	3,00	3,45	3,87	4,44	4,98
Kleinste verschil tussen opeenvolgende vertragingen	0,36	0,26	0,25	0,22	0,10	0,30	0,30	0,25	0,24	

De door de gemiddelde ontploffingstijden vertoonde afwijking van de theoretische vertragingen 0,5, 1,0, 1,5 ... 5,0 seconden is het grootst voor de vertragingen 9 en 10, waarvoor ze 0,26 seconde bedraagt ; voor de vertragingen 1 tot 8 is deze afwijking niet groter dan 0,18 sec.

Het grootste verschil tussen de gemiddelde ontploffingstijd en de meest afwijkende voor slagpijpjes van een zelfde vertraging bereikt 0,24 seconde voor de vertraging 10 ; het benadert dus de helft (0,25 sec.) van de theoretische tijd tussen twee opeenvolgende ontploffingen.

Het verschil tussen de meest afwijkende tijden van slagpijpjes met een zelfde vertraging schommelt tussen 0,10 en 0,32 sec.

Het kleinste verschil eindelijk tussen twee opeenvolgende vertragingen (verschil tussen de grootste ontploffingstijd van slagpijpjes van een vertraging en de kleinste ontploffingstijd van slagpijpjes van de er juist opvolgende vertraging) daalt tot 0,10 sec. voor de vertragingen 5 en 6.

Dit verschil was naar ons oordeel veel te klein om in eenzelfde schietketen de volledige reeks vertragingen te kunnen toelaten.

Laten wij hier herinneren dat, tengevolge van in 1942 gedane proefnemingen, wij alsdan, in tegenstelling met nu, het mogelijk geoordeeld hadden de volledig reeks slagpijpjes van 1 tot 10 toe te laten.

In tabel VIII vergelijken wij de uitslagen van 1942 met die van 1946.

TABEL VIII.

Afwijkingen	1942	1946
Grootste afwijking van de gemiddelde ontploffingstijd	0,15	0,24
Verschil tussen de uiterste afwijkingen	0,25	0,32
Kleinste verschil tussen opeenvolgende afwijkingen	0,24	0,10

De fabricage van 1946 vertoont dus meer onregelmatigheden dan die van 1942.

c) Studie van de slagpijpjes der firma « Atlas ».

Alhoewel het ons onmogelijk bleek voor te stellen het gebruik van deze slagpijpjes toe te laten, toch zullen wij ze nog al breedvoerig behandelen om reden van een fabricagebijzonderheid, waardoor ze volstrekt van de in België gewoonlijk gebruikte Esbach-slagpijpjes verschillen.

De Atlas-slagpijpjes bevatten inderdaad een vertragingssas, waarvan de verbranding gas ontwikkelt. In de D.A.G.-slagpijpjes bestaat de vertragingssas uit een metaal en een oxyde, zodat de vlam zich in deze sas voortplant zonder gasontwikkeling.

De eersten zitten in een koperen koker met luchtgat ; de tweeden integendeel zijn volledig dicht.

De Atlas-slagpijpjes zijn als volgt samengesteld :

De geleiders zijn in een koperen koker vastgezet door middel van een prop gegoten zwavel aan de buitenkant en van een prop bitumen aan de binnenkant. Deze twee geleiders zijn aan plaatjes gelast, waartussen de gloeidraad gespannen is, en deze is omhuld door de ontstekingssas.

Op deze sas volgt de vuuroverbrenger (zie schets fig. 1) bestaande uit : a) een metalen cylinder (C) met een zijdelings luchtgat dat tegenover een in de huls van het slagpijpje gemaakt luchtgat (O') ligt, hetwelk door een vliesje vernis is gesloten ; b) een buisje (b) dat gevuld is met de traag brandende sas.

Onder de vuuroverbrenger ligt de knalsaslading zoals in de gewone slagpijpjes.

Om alle verstopping van het luchtgat te vermijden, is er een tweede koperen koker coaxiaal op het slagpijpje vastgezet.

Zodra er stroom door het slagpijpje gejaagd wordt, brandt de vuuroverbrengingssas, hierbij een blauwe rook ontwikkelend, die bij afvuring in open lucht zichtbaar is.

Deze slagpijpjes zijn langer dan de gewoonlijk in België gebruikte. Tabel IX toont dit.

Het pijpje heeft 7 mm diameter, afmeting die aangenomen is voor de slagpijpjes van andere merken. De koker daarentegen, die het luchtgat beschermt, heeft 8,5 mm diameter.

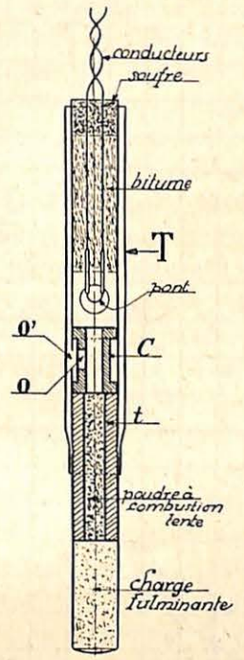


Fig. 1.

TABEL IX.

	Lengte in mm. Slagpijpjes Atlas	Slagpijpjes Esbach
Moment	56	53
Vertraging 1 . . .	72	55
» 2 . . .	76	57
» 3 . . .	79	60
» 4 . . .	82	63
» 5 . . .	85	65
» 6 . . .	89	67
» 7 . . .	92	70

We hebben de gevoeligheid der ontstekers onderzocht en de ontploffingstijden gemeten. De uitslagen werden opgetekend op het diagram fig. 2.

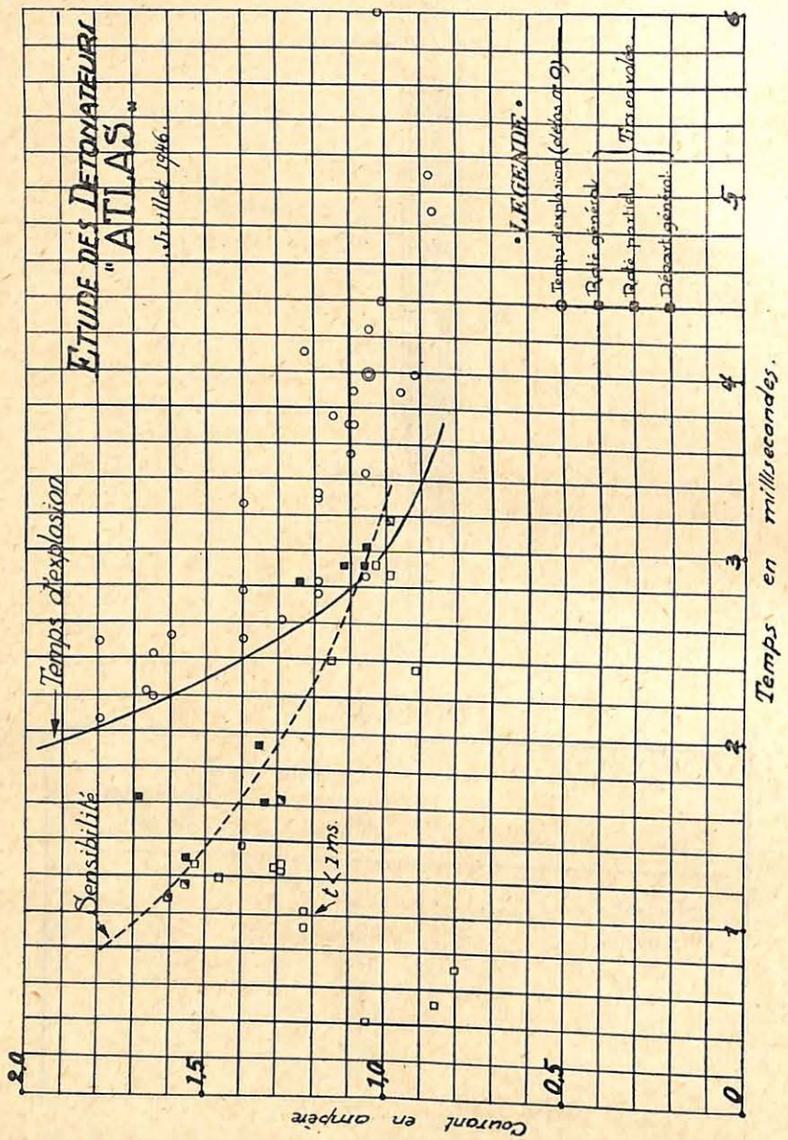


Fig. 2.

De stippellijn stelt in functie van de stroomsterkte de doorgangstijd van de stroom voor die volstrekt nodig is om de minst gevoelige ontstekers te doen ontvlammen.

De volle lijn beantwoordt aan de minimum ontploffingstijden van de slagpijpjes. Deze twee krommen snijden zich in een punt, dat overeenkomt met een stroomsterkte van 1,07 ampère.

Vervolgens hebben wij onderzocht of de tijdslagpijpjes regelmatig ontploffen. De eerste proefnemingen geschiedden in openlucht ; ze gaven de uitslagen opgetekend in tabel X.

De slagpijpjes met de vertragingen 1 tot en met 6 ontploffen regelmatig. De verschillen tussen de grootste afwijkingen (3e regel) zijn betrekkelijk klein en de grootste afwijkingen van de gemiddelde vertragingen (2e regel) zijn veel geringer dan de kleinste verschillen tussen opeenvolgende vertragingen (6e regel).

Alleen de slagpijpjes met vertraging 7 laten deze gunstige gevolgtrekking niet toe. Het verschil tussen de grootste afwijkingen is belangrijker (0,24) en het kleinste verschil met de slagpijpjes met vertraging 6 is 0,13 seconden.

Om de invloed van de opsluiting te kunnen nagaan, zijn wij overgegaan tot een tweede nazicht en wel van slagpijpjes, die in zand gestoken waren achter een opstopping van klei.

Het grootste gedeelte van het slagpijpje (zie fig. 3) stak in een stalen buis, waarin aan de ene zijde een stalen stop met een gat in geschroefd was ; in die stop was het slagpijpje zo gestoken, dat het gedeelte met de slagsas buiten de buis zat.

De slagsas van het slagpijpje ontplofte dus in de open lucht en de knal der ontploffing kon door middel van de oscillograaf geregistreerd worden.

Wij hebben zo drie proeven gedaan, telkens op vijf in serie geschakelde slagpijpjes met verschillende vertragingen.

In tabel XI hebben wij de uitslagen van de optekeningen van de oscillograaf aangeduid voor de slagpijpjes die in een gesloten ruimte werden afgevuurd alsmede de uiterste afwijkingen van de ontploffingstijden van de slagpijpjes die in openlucht ontploften.

De insluiting vermindert de tijd, die verloopt tussen het

TABEL X.

Vertraging	1	2	3	4	5	6	7
Gemiddelde vertraging ten opzichte van het moment-slagpijpje	1,69	2,20	2,70	3,26	3,75	4,31	4,76
Grootste afwijking van de gemiddelde vertraging . .	0,07	0,07	0,06	0,12	0,09	0,08	0,24
Verschil tussen de grootste afwijkingen	0,14	0,15	0,10	0,25	0,17	0,16	0,33
Kleinste vertraging	1,62	2,15	2,66	3,14	3,66	4,25	4,52
Grootste vertraging . . .	1,76	2,26	2,76	3,37	3,85	4,39	4,85
Kleinste verschil tussen twee opeenvolgende vertragingen	0,37	0,40	0,38	0,29	0,40	0,13	

N. B. — Al de vertragingen en tijden zijn uitgedrukt in seconden.

TABEL XI.

Nummer	Ontploffingstijden van de tijdslagpijpjes (in een gesloten ruimte) 1	2	3	4	5	6	7
1	0,92	1,1	1,35	1,68	2,56	—	—
2	1,20	—	1,45	—	2,00	2,63	3,39
3	—	1,44	—	1,70	1,86 valt samen met (5)		4,08
Ontploffingstijd in open lucht	van 1,62 tot 1,76	van 2,13 tot 2,26	van 2,66 tot 2,76	van 3,14 tot 3,37	van 3,66 tot 3,85	van 4,25 tot 4,39	van 4,52 tot 4,85

ogenblik waarop de stroom door de keten gejaagd wordt en de ontploffing ; ze beinvloedt dus het verloop van de verbranding van de vuuroverbrengingssas.

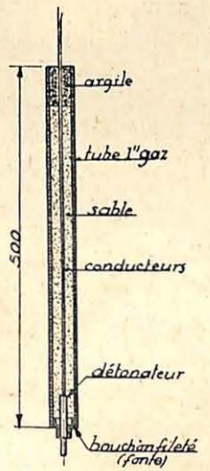


Fig. 3.

Daar men er nooit zeker van is dat de insluiting van verschillende mijnen, die ineens moeten ontstoken worden, volstrekt dezelfde is, kan het gebruik van deze slagpijpjes met gasontwikkeling voor gevolg hebben dat de ladingen niet in de voorziene volgorde ontploffen ; dit nu moet volstrekt worden vermeden.

Om deze reden hebben wij niet kunnen voorstellen de Atlas-slagpijpjes voor het gebruik toe te laten. De afmetingen er van zouden ten andere de aanzetting lastiger gemaakt hebben.

---

7. Studie van een veiligheidsohmmeter.

Dit toestel wordt gebouwd door de firma « Evershed en Vignole », te Londen, en werd ons, om toegelaten te worden in de mijnen, aangeboden door de « Société des Anciens Etablissements Victor Duquesne (A.E.V.D.) » te Brussel.

Het bestaat in hoofdzaak uit : (zie schets fig. 4) :

a) een magneto die door middel van eene kruk bediend wordt ;
b) een naaldgalvanometer ;
c) drie vaste weerstandsklossen.

De magneto heeft een anker met twee klossen, dat in het veld van een permanente magneet draait, en levert stroom, welke gelijkgericht wordt door een stroomwisselaar, die op de as van het anker vast zit.

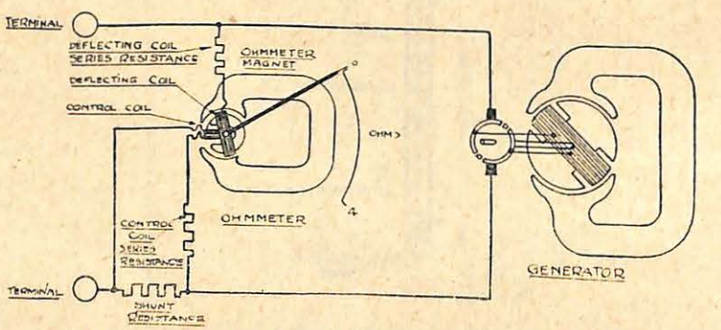


Fig. 4.

De electromagnetische galvanometer heeft een beweegbaar gedeelte, dat twee ongeveer haaks gekruiste windingen draagt.

De drie gekalibreerde weerstanden alsmede de te meten weerstand (schietleiding) vormen tenslotte een meetbrug, waarin de magneto stroom jaagt, die door de galvanometer gecontroleerd wordt.

Al de electrische onderdelen zitten in een doos van een plastische stof ; deze doos bestaat uit twee rechthoekige kuipvormige helften, die door vier schroeven volgens een sluitvoeg, een raakvlak van 4 mm breedte, worden tegeneen bevestigd (zie fig. 5).

In het bovenste gedeelte der doos is er een kijkgat dat met een glas gesloten is en waardoor het mogelijk is de aanduidingen van de galvanometer gade te slaan. Door datzelfde gedeelte steken twee drukknoppen om de schuifklemmen te bedienen, waarin de uiteinden der schietleiding vastgezet worden.

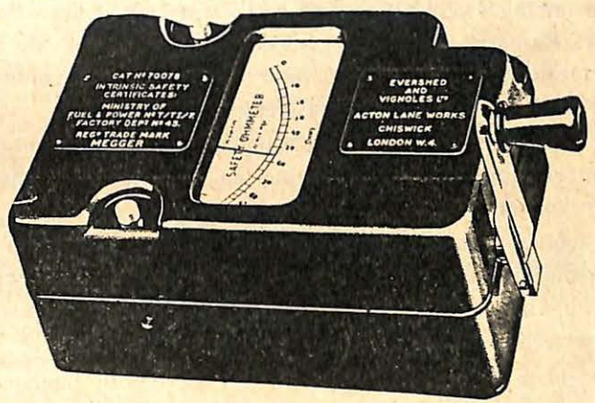


Fig. 5.

De aandrijvingsas van de magneto gaat door de sluitvoeg.

Een ringetje van een isolerende stof, dat door een veer tegen de binnenwand der doos gedrukt wordt, dicht de doorgang van de aandrijvingsas af en belet dat er stof in het toestel dringt.

Het toestel wordt in een lederen tas gedragen waardoor de doos voor schokken beveiligd wordt.

Al de handelingen, die nodig zijn om een weerstand te meten,

kunnen gedaan worden, zonder dat het toestel uit de tas wordt gehaald.

De schaal gaat van 0 tot 100 ohm ; het toestel kan dus gebruikt worden om de weertsand van schietleidingen te meten.

Bij open stroomkring is de met een voltmeter van 1.500 ohm gemeten spanning 1,6 volt. De maximum stroomsterkte bij kortsluiting, gemeten met een electromagnetische ampèremeter 12 milliampère.

Wat de verwezenlijking van de doorgang van de aandrijvingsas en de weerstand van de doos betreft, voldoet dit toestel niet aan de voorschriften van het Nationaal Mijninstituut voor de bouw van mijngasveilig electrisch tuig.

Daarentegen is het electrisch gedeelte van het toestel « veilig door zich zelf », waardoor het gebruik er van in een ontvlambare atmosfeer zonder gevaar is.

De benaming « veilig door zich zelf » wordt door het « Safety in Mines Research Board » tegenwoordig gebruikt om de electrische toestellen aan te duiden, waarvan de vonken onvoldoende energie bezitten om lucht-mijngasmengsels te ontsteken.

Voor de ohmmeter Evershed en Vignole vloeit die hoedanigheid voort uit de uiterst lage spanning en zwakke stroomsterkte die er in kunnen verwekt worden.

Wij hebben inderdaad vastgesteld, dat de onderbreking van de kortsluitingstroom in een mengsel van lucht en lichtgas de ontploffing niet veroorzaakt, zelfs, wanneer de kruk gedraaid werd met een snelheid, die de normale ver overtrof.

Wij hebben derhalve voorgesteld het toestel bij ministeriële beslissing voor het gebruik in de kolenmijnen toe te laten.

II. STUDIE VAN EEN AAN EEN DEFECTE BENZINELAMP TE WIJTEN ONGEVAL

Dit ongeval deed zich, op 4 Maart 1946, voor in de kolenmijn « Bonne Espérance », te Lambusart, bij het openen van een door-

gang, die voor doel had de continuïteit te verwezenlijken van een houwfront waarvan het bovenste derde was stopgezet geweest tegen een storing.

De doorgang was ongeveer 10 m lang en werd verlucht door een koker (4 buizen van 2 m lang en 230 mm diameter) met een turboventilator.

Toen, op 4 Maart, het personeel op het werk kwam, vond het de doorgang vol mijngas en zette het de ventilator in gang.

Kort daarop deed een mijngasontploffing zich voor waarvan de vlam in de opwaartse richting der helling reikte tot de pilaar, ongeveer 100 m van de ventilator, en in de neerwaarste richting tot aan de kop van het gedeelte van de pijler waarin gewerkt werd.

Tijdens het onderzoek kon men aan de oppervlakkige verbranding van het betimmeringshout zien hoever de vlam gereikt had ; men stelde geen enkel mechanisch uitwerksel vast, wat onbetwistbaar aantoonde dat de ontploffing niet hevig was geweest.

Verder vond men in de verluchtingskoker, tegen het ventilatorrad, een stuk harde schiefersteen van ongeveer 100 mm × 100 mm × 90 mm wat er de met het onderzoek belaste ingenieur toe bracht eerst de ventilator als oorzaak van de ontploffing aan te zien.

a) Proefnemingen met de turbo-ventilator.

De turbo-ventilator was gebouwd door de « Société belge d'Outillage pneumatique » (B.O.P.), had 290 mm diameter en vertoonde geen enkele centragefout : het rad draaide vrij in de mantel en de kogelassen vertoonden geen overdreven spel.

De schoepen, die gemaakt waren van een lichte legering (soort Alpax), waren nochtans nabij de velg afgesleten, alsof zij gewreven hadden tegen een hard voorwerp.

Deze vaststelling liet, vóór verder onderzoek, veronderstellen dat de ontvlamming van het mijngas veroorzaakt geworden was door de wrijving van het stuk schiefersteen op het schoepenrad, wrijving die het metaal zou hebben doen gloeien of zelfs zeer hete metaalstukjes zou losgerukt hebben.

Maar, zoals wij hebben kunnen vaststellen is het onmogelijk

door bestendige wrijving van schiefersteen tegen het schoepenrad vonken te verwekken, zelfs indien de drukking van de schiefersteen tegen het rad zodanig vermeerderd wordt dat de omwentelingssnelheid van de ventilator sterk vermindert.

Daarentegen hebben wij wel enige zeldzame vonken bekomen door af en toe met schiefersteen aan de schoepen te komen wanneer deze normaal draaiden.

Deze proefneming werd herhaald in mijngasatmosfeer.

Het stuk schiefersteen hing aan een koord, welke over een katrol ging en werd af en toe in aanraking gebracht met het rad.

De ventilator, aangedreven met perslucht onder een drukking van ongeveer 5 kg, was horizontaal geplaatst en er werd aanhoudend methaan toegevoerd, zodat er bestendig een gehalte van ongeveer 10 % behouden bleef op de plaats waar de wrijving plaats greep.

Wij hebben op deze wijze het mijngasmengsel niet kunnen ontsteken.

Daar het ongeval dus niet te wijten was aan de ventilator, restte ons het onderzoek der lampen die op de mijn in beslag genomen werden, te weten twee electrische lampen en een benzinelamp, die teruggevonden werd in de blindegalerij aan de voet van de doortocht.

b) Onderzoek der lampen.

De electrische lampen zijn van het type F.A.M. der « Compagnie Auxiliaire des Mines », dat toegelaten werd bij de ministeriële beslissing nr 13C/3747 van 24 Januari 1945.

Zij dragen de nummers 246 en 257 ; ze zijn in volmaakte staat en voorzien van een doelmatige magnetische sluiting.

De benzinelamp nr 55 is gepantserd en van het Wolf-Joris-type nr 4 met benedenvoeding ; ze werd voor het gebruik toegelaten bij ministerieel besluit van 5 Augustus 1912 (zie *Annales des Mines de Belgique,* t. XVII, jaargang 1912, blz. 826 en volg.).

Voor het gemak van de lezer geven wij in figuur 6 de tekening met de afmetingen van de lamp, zoals die in het toelatingsbesluit voorkomt.

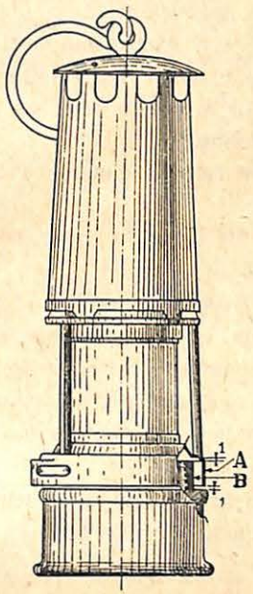


Fig. 6.

De basisring van de pantsering bestaat uit twee concentrische cylindrische stukken A en B ; het stuk B is aan de binnenkant van draad voorzien en wordt op de pot geschroefd. Het buitenste stuk A draagt de vijf staafjes, die het glas beschermen. Wanneer de pantsering helemaal vastgeschroefd is, drukt zij tegen de pot met het stuk B van de basisring, terwijl het stuk A 1 mm van de pot afblijft.

De lucht komt dus maar is de kroon door een cirkelvormige ruimte van 1 mm hoogte, die zich uitstrekt over de ganse omtrek van de pot.

Alvorens de lamp, die in de mijn werd in beslag genomen, te demonteren, stellen wij vast dat er, tussen de pot en het stuk A, dat de beschermingsstaafjes van het glas draagt, 2,5 tot 3,05 mm spel is, dus veel meer dan 1 mm zoals op de bij het toelatingsbesluit gevoegde tekening aangeduid.

Het onderzoek van het geparaffineerd bandje van de ontsteker

toont aan dat deze waarschijnlijk niet gebruikt werd nadat de lamp aan de arbeider gegeven werd.

Na de lamp met een electro-magneet geopend te hebben, hebben wij de binnenste delen er van onderzocht.

De zeefkappen zijn in goede staat en beantwoorden aan de voorgeschreven afmetingen.

Het glas steunt op twee ringen van vezels van in het totaal 2,3 mm dikte.

De kroon, waardoor de lucht in de lamp dringt, is op veel plaatsen beschadigd.

De ring, waarin 6 met een dubbel draadnet voorziene vensters uitgespaard zijn, is los van de huls waarin het glas steekt.

Twee der 6 klinknagels, waarmede de twee ringen, die deze kroon vormen, aaneengeklonken zijn, hebben geen kop meer. Het metaal is op vijf plaatsen gescheurd : aan vier klinknagels en in het midden van een der vensters.

Het beschadigde draadnet van het gescheurde venster eindelijk (zie fig. 7) kan gemakkelijk naar links en naar rechts verplaatst worden.

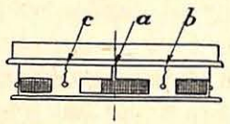


Fig. 7.

Door dit feit kan in dit venster een vrije opening van 6 mm lengte bij 3 mm breedte gemaakt worden, met andere woorden, die van gans het venster.

Op de schets (fig. 7) hebben wij het gescheurde venster door a aangeduid, met de grootste vrije opening links van het dubbel draadnet, en door (b) en (c) de scheuren aan de klinknagels. Feitelijk zijn er vier scheuren aan de klinknagels.

c) Proefnemingen met de benzinelamp.

Deze zware beschadigingen van de luchtkroon alsmede de overdreven hoogte van de spleet onder aan de basisring der pantsering, stemden ons wantrouwig tegenover de benzinelamp.

Dit wantrouwen werd bevestigd door de proefnemingen, waarvan het relaas hier volgt.

Eerst hebben wij een houten kist (C) gebruikt (zie fig. 8), die voorzien was van een kijkgat met een glas (G) en waarin men met een buis (T) een ontvlambaar mengsel van lucht en mijngas kon inbrengen.

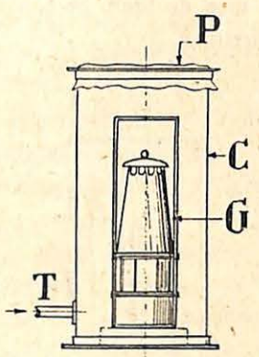


Fig. 8.

Het bovenvlak van de kist was gemaakt van een blad papier (P) waarin gaatjes gestoken waren om de beweging van het gasmengsel mogelijk te maken.

Wanneer de lamp in de kist geplaatst was, liet men er het ontvlambaar mengsel in.

Op 30 proefnemingen, waarbij het methaangehalte schommelde van 7,75 tot 9,5 %, hebben wij slechts één ontvlamming bekomen. Deze werd voorafgegaan door blauwe vlammen, die naar de luchtkroon voortbewogen en er zonder verwijl doorheen sloegen.

In de loop van de negen en twintig andere proefnemingen, hebben wij herhaaldelijk de stand van te draadnet in het venster gewijzigd en zo ofwel één, ofwel twee vrije openingen verwezenlijkt in de luchtkroon.

Wij hebben alsdan onze proefnemingen in een ander toestel voortgezet, toestel dat reeds herhaaldelijk werd beschreven ter gelegenheid van proefnemingen om beschadigde lampen in gebreke te doen blijven.

Dit toestel bestaat uit een verticale cylinder in plaat (c) voorzien van een kijkgat (R) met glas en waarin men de lamp langs onder inbrengt door ze met een koord, die over een katrol

(p) gaat, op de trekken. Boven is de cylinder gesloten met een plaat (P).

De mijngaslucht wordt in het toestel gejaagd door een niet afgebeelde luchtpomp doorheen een doorboorde buis T.

Met dit toestel kan men de lamp in een mijngasmengsel met een bepaald gehalte brengen.

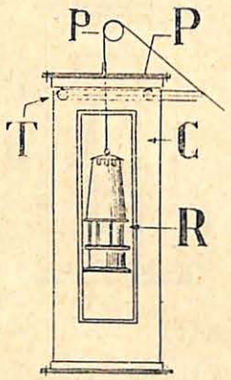


Fig. 9.

Wij hebben 20 proefnemingen gedaan in de loop waarvan het beschadigde draadnet zo verplaatst werd, dat er ofwel een vrije opening van 6 mm lengte werd gevormd, ofwel twee gelijke openingen van 3 mm lengte.

Het methaangehalte schommelde bij deze proefnemingen van 7,5 tot 10 %.

De vlam sloeg 12 maal door de luchtkroon en stak het omgevend mengsel in brand. Zulks gebeurde, welk ook de stand was van het beschadigde draadnet in de kroon.

In 't kort, het risico dat de vlam door de luchtkroon slaat vergroot ten zeerste, wanneer men de lamp in het vooraf gevormde gasmengsel brengt in plaats van het gasmengsel langs de lamp te laten stromen.

Maar, zoals wij vroeger zegden, vertoonde de lamp, buiten de beschadiging van de kroon, een tweede fout : de pantsering was niet helemaal op de pot aangeschroefd. Men kon nochtans gemakkelijk, terzelfdertijd het glas alsmede de zeefkappen voldoende vastzetten en de hoogte van de cirkelvormige spleet,

waardoor de lucht in de lamp drong, verminderen, hetzij door de twee ringen van vezel weg te nemen, hetzij door de pantsering door een andere, met langere staafjes, die wij in onze verzameling hadden genomen, te vervangen, wat toeliet de ringen op hun plaats te laten onder het glas.

De spleet, waardoor de lucht binnendrong, was in het eerste geval 1 tot 1,5 mm hoog, in het tweede 0,6 tot 1,3 mm.

De op een van deze twee manieren verbeterde lamp, maar met de beschadigde luchtkroon, werd daarna opnieuw aan proeven in een mijngasatmosfeer onderworpen (de lamp werd er langs onder ingebracht).

Er deed zich geen enkele ontvlamming voor in de 10 proeven die wij gedaan hebben.

Door de hoogte van de spleet, waardoor de lucht in de lamp dringt, terug te brengen tot ongeveer die, welke voorzien is in het toelatingsbesluit, hebben wij dus de slechte werking van de luchtkroon verbeterd.

Men zie hierin de rechtvaardiging van het principe : het is nodig meerdere veiligheidsorganen of inrichtingen samen aan te wenden.

Als besluit van onze proefnemingen kan er gezegd worden, dat de ontvlamming te wijten was aan de slechte staat van de benzinelamp.

Hoofdzakelijk was de oorzaak te vinden in de beschadiging van de luchtkroon ; hier dient echter aan toegevoegd te worden, dat deze beschadiging zonder gevolg zou gebleven zijn, indien de lampenist de noodlottige gedachte niet had gehad onder het glas twee ringen in vezel te steken, wat geenszins nodig was om de pantsering behoorlijk op de pot vast de zetten.

Dit ongeval laat vermoeden, dat sommige lampenisten niets af weten van de voorschriften betreffende de bouw der lampen en inzonderheid van deze betreffende de afmetingen der veiligheidsorganen. (De Wolf-Joris-lamp n^{r} 4, die hier in gebreke bleef, komt overigens niet voor in de « Mijnpolitie » door Ad. Breyre.)

Het is derhalve wenselijk dat de lampenisten beschikken over

een plan, met aanduiding van de afmetingen, van de lamp die zij moeten nazien.

III. VERLICHTING DOOR DRAAGBARE ELECTRISCHE LAMPEN

Toelating van zes nieuwe lampen.

In de loop van het jaar 1946, hebben wij de toelating voorgesteld van :

1° twee lampen met alkalische accumulator (twee elementen) gefabriceerd door de N.V. « Société anonyme belge d'Applications électriques de La Bouverie ».

Deze twee lampen zijn van het normale type, m.a.w. ze bestaan uit een pot met cirkelvormige doorsnede, waarin de batterij zit, en een deksel, dat het gloeilampje draagt, hetwelk door een glazen stolp en een stel vertikale metalen staven beschermd wordt.

Het vermogen en de verbruikte stroom zijn 17,5 ampère-uur en 1,5 ampère voor de eerste dezer twee lampen en 24,0 ampère-uur en 2 ampère voor de tweede.

2° een lamp met alkalische accumulator, die aangeboden werd door de N.V. « Société anonyme des Ateliers mécaniques de Mariemont Hayettes » en die gemaakt wordt door de « Concordia Electric Safety Lamp », te Cardiff (Engeland).

Deze lamp bestaat uit een bus met rechthoekige doorsnede, die een cylinder met horizontale as draagt, welke met een glas gesloten is. In de bus zitten twee alkalische elementen en in de cylinder, het gloeilampje, dat 0,5 ampère verbruikt, alsmede een reflector.

Deze lamp, die alleen bestemd is voor het toezichtspersoneel, weegt slechts 1,4 kg.

3° drie lampen van het zogezegde hoedlamptype, respectief aangeboden door de « Ateliers mécaniques de Morlanwelz-Hayettes », de N.V. « Fabriek en Handelsbureau Nederland », te

Haarlem, en de vennootschap « Oldham and Son », te Dendon (Manchester).

De eerste wordt gemaakt door de « Concordia Safety Lamp », te Cardiff. De alkalische accumulator, bestaande uit 3 elementen (3,9 volt), zit in een bus met rechthoekige doorsnede. De batterij is aan de projector verbonden door een kabel met twee geleiders, die beschermd zijn door een soepel omhulsel in rubber.

In de bus zit insgelijks een smeltzekering in een van de twee geleiders.

Het gloeilampje heeft twee dezelfde gloeidraadjes, die elk 1 ampère verbruiken. Een schakelaar, die door middel van een op de projector geplaatste, geribbelde knop kan bediend worden, laat toe naar wens stroom door het een of het ander draadje te zenden.

De bus wordt met een riem over de schouder gedragen en de projector op de hoed vastgezet.

Het totaal gewicht van de lamp (projector en accumulator) is 3,2 kg.

Onlangs heeft de fabrikant het gewicht van de projector met 80 gr verminderd door het metaal door een harde kunststof te vervangen. Daarenboven werd de schakelaar in een stofdichte cylindrische bus in celluloïd geplaatst, wat de contacten tegen vuil beschermt en bijgevolg de weerstand van de stroomkring vermindert.

De lamp van de N.V. « Fabriek en Handelsbureau » verschilt slechts door enige bijzonderheden van de voorgaande : alkalische accumulator met twee elementen, schakelaar op de accumulatorbus, gloeilampje met één gloeidraadje dat 0,5 ampère verbruikt, totaal gewicht 3,450 kg.

De Oldham-lamp is heel anders samengesteld.

De loodaccumulator bestaat uit twee elementen, die in een rechthoekige doos van hard eboniet zitten, welke met een metalen deksel gesloten is.

De projector is insgelijks van eboniet en bevat twee lampjes, respectief van 0,8 en 0,5 ampère, die naar wens kunnen inge-

schakeld worden door middel van een schakelaar met geribbelde knop, welke opzij op de projector geplaatst is.

Het gloeilampje van 0,8 ampère heeft twee dezelfde gloeidraadjes, die afzonderlijk kunnen ingeschakeld worden. Ditzelfde lampje drukt tegen het beschermingsglas en is zo in contact met de centrale stroompool. Wordt het beschermingsglas verwijderd, dan wordt het contact verbroken en kan het gloeilampje niet meer ontstoken worden.

Het gewicht van de volledige lamp is 2,295 kg.

De Oldham-lamp biedt de volgende bijzonderheden :

De accumulator wordt op de ladingsbank aangekoppeld met de kabel die de projector voedt. Deze laatste is aan de achterkant voorzien van een soort sleutelgat en wordt op een sleutel, die op de ladingsbank vastzit, gestoken. Door de projector 180° rond de as van de sleutel te draaien, wordt een pool, die opzij in de projector uitsteekt en aan een der geleiders van de kabel verbonden is, met een vast contact in aanraking gebracht. De draaibeweging sluit insgelijks een schakelaar, die in de projector ingebouwd is, en verbindt alzo de sleutel met de kabel.

De sleutel en het vast contact, waarvan hiervoor sprake was, zijn verbonden met een stroombron met onveranderlijke spanning. Hierdoor houdt de lading van de accumulator op zodra de spanning aan de klemmen gelijk is aan die van de stroombron.

Gelijk welke werkman kan de accumulatoren op de ladingsbank plaatsen en ze er af nemen ; de tussenkomst van het personeel, dat belast is met het onderhoud der batterijën, is niet nodig.

Daar tijdens de lading het deksel op de doos van de accumulator blijft, ontsnappen de gassen die bij de lading ontwikkeld worden door twee kanalen van 95 mm lengte en 2 mm diameter, die in de zijwand van de doos gemaakt zijn en bestendig de verbinding met de omgevende atmosfeer verzekeren.

IV. OPZOEKINGEN BETREFFENDE DE ONTVLAMMING VAN MIJNGAS DOOR DE GLOEIDRAAD VAN DRAAGBARE ELECTISCHE LAMPEN

De kwestie van de ontvlamming van mijngas door de gloeidraad van draagbare electrische lampen blijft steeds actueel, ondanks de menigvuldige navorsingen, waarvan zij het voorwerp is geweest zowel in België als in het buitenland.

Deze blijvende inspanning om steeds een grotere veiligheid te verwezenlijken is gerechtvaardigd door de steeds grotere uitbreiding die de electrische verlichting door draagbare lampen in de kolenmijnen neemt.

De ontvlamming van de mijngasmengsels door gloeiende metalen gloeidraadjes is een gekend verschijnsel, dat onder meer in het licht gesteld werd door proefnemingen, die in 1910 te Frameries (1) werden gedaan. Maar, zoals wij het lieten opmerken in een opstel betreffende dit onderwerp, opstel dat als bijlage bij het Jaarverslag over de werkzaamheden van het Nationaal Mijninstituut in 1942 gepubliceerd werd (2), verwekt het breken van een electrisch gloeilampje in een mijngasatmosfeer niet regelmatig een mijngasontvlamming. Hiervan kan men zich rekenschap geven door in 't kort de eerst te Frameries en later te Paturages bekomen uitslagen.

a) Overzicht van de vroegere opzoekingen .

1. — Van de 251 proefnemingen, die aangehaald worden door de onderzoekers van Frameries, moeten er 90 weggelaten worden, omdat ze onregelmatig waren, hetzij dat het breken van het glas de breuk van de gloeidraad veroorzaakte, hetzij dat de op het lampje toegepaste spanning de normale bedrijfsspanning merkelijk overtrof.

Van de 161 overblijvende proeven, die alleen als regelmatig

---

(1) Zie « Annales des Mines de Belgique », Boekdeel XVI, jaargang 1911, bl. 321 en volgende.

(2) Zie « Annalen der Mijnen van België », Boekdeel XLIV, jaargang 1943, bl. 93 en volgende.

mogen aangezien worden hebben er 47 de omgevende atmosfeer niet ontstoken.

2. — In 1942 hebben wij vijf gloeilampjestypen, die gefabriceerd werden door de N.V. « Luxor » en die de volgende kenmerken vertoonden, beproefd.

TABEL XII.

Spanning in volt	Stroomsterkte in ampère	Diameter van het gloeidraadje in mm.
2,0	0,85	0,065
2,6	0,50	0,049
2,6	1,00	0,073
2,6	1,20	0,081
2,6	1,50	0,093

Deze gloeilampjes waren van het luchtledige type met recht, niet spiraalvormig gloeidraadje van wolfram.

Onze studie bestond hier in, na te gaan of er zich al dan niet een ontvlamming voordeed, wanneer het glazen peertje stuk geslagen werd in een mijngasatmosfeer zonder dat het gloeidraadje werd gebroken.

Met behulp van de oscillograaf waren wij er in gelukt de verschijnselen op te nemen die onmiddellijk het breken van het glas volgen : plotselinge vermeerdering, daarna geleidelijke vermindering van de stroomsterkte in het gloeidraadje, tijdsspanne tussen het breken van het peertje en de ontvlamming van het mijngas of het smelten van het gloeidraadje.

Het type 2,0 volt, 0,85 ampère, was het veiligste, want, zelfs mits opdrijving van de voedingsspanning, hebben wij op 24 proeven slechts 6 ontvlammingen opgetekend.

Voor de andere typen bekwamen wij ontvlammingen bij de normale voedingsspanning volgens de volgende verhoudingen :

Type 2,6 volt 0,5 ampère 2 ontvlammingen op 15 proeven.
» 1,0 » 7 » 16
» 1,2 » 10 » 21
» 1,5 » 11 » 19

Voor deze vier typen groeit, zoals men ziet, de ontvlammingswaarschijnlijkheid met de sterkte van de voedingsstroom.

3. — Het is interessant de proefnemingen te herinneren, die in 1944 gedaan werden met het doel de oorzaken op te sporen van het ongeval, waarvan het relaas gegeven wordt op de bladzijden 314 en volgende van het Jaarverslag der werkzaamheden van 1944 en 1945 (zie *Annalen der Mijnen van België*, boekdeel XLVI, jaargang 1945-1946) en dat te wijten scheen te zijn aan een erg beschadigde, op de werkplaats gevonden draagbare electrische lamp.

We hebben toen twee Luxorgloeilampjestypen van 2,6 Volt met een respectief stroomverbruik van 0,45 en 0,50 ampère onderzocht.

Beide typen hadden luchtledige peertjes en een spiraalvormige, in V-vorm geplooide gloeidraad.

Ten gevolge van sommige fabricagedetails (lengte en diameter van de gloeidraad) was de lichtsterkte van het 0,5-ampèretype groter dan die van het 0,45-ampèretype.

Wij hebben de twee typen onderzocht, omdat wij niet met zekerheid hadden kunnen uitmaken van welk type het teruggevonden gloeilampje was.

Wij hebben 25 lampjes van 0,45 ampère aan de breekproef onderworpen en 35 lampjes van 0,50 ampère.

Van deze 60 proeven, verwekte er slechts één een ontvlamming en dat in de volgende heel bijzondere omstandigheden : gloeilampje van het 0,45-ampèretype, gevoed door 4 alkalische elementen, spanning 5,4 volt, dus 65 t. h. hoger dan de spanning van een batterij van twee elementen.

Deze gloeilampjes met spiraalvormig, in V-vorm geplooid gloeidraadje, waren dus veiliger dan het in 1942 bestudeerde type met recht, niet spiraalvormige gloeidraadje.

b) In 1946 gedane proefnemingen.

De proefnemingen, die wij in 1946 hebben gedaan, geschiedden met zeer bijzondere gloeilampjestypen, die op verzoek van de « Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes », door een Belgische en door een Franse firma gemaakt werden. Deze

gloeilampjes hadden twee dezelfde evenwijdig tussen de draagstaafjes gespannen gloeidraadjes.

Deze schikking steunt op de bij onze vroegere navorsingen gedane vaststellingen, waaruit blijkt dat de waarschijnlijkheid van een mijngasontsteking door een gloeiend gloeidraadje rechtstreeks evenredig is met de verbruikte stroom. In geval van twee gloeidraadjes met gelijke weerstand verbruikt elk de helft van de normale op de lamp geschreven stroomsterkte.

Vijf gloeilampjestypen met dubbel gloeidraadje werden beproefd.

Wij hebben breekproeven uitgevoerd in een mijngasmidden en de totale door de twee gloeidraadjes uitgezonden electrische energie bepaald.

Wij hebben hierbij het toestel gebruikt, dat beschreven wordt op blz. 319 en 320 van het Jaarverslag over de werkzaamheden in 1944-1945 (*Annalen der Mijnen van België*, boekdeel XLVI, jaargang 1946).

Het in de stroomkring van een accumulatorenbatterij ingeschakeld gloeilampje, werd in een metalen, met een kijkglas voorzien en met een ontvlambaar mijngasmengsel gevuld vat geplaatst. Het methaangehalte van het mengsel werd gecontroleerd met een Le Chatelier-buret. Wanneer het gloeilampje zijn bedrijfstemperatuur bereikt had, werd het glas gebroken door de schok van een valhamertje waarvan de valhoogte op het volstrekt minimum geregeld was om zeker de breuk van het gloeidraadje te vermijden.

Om de lichtenergie te meten hebben wij een photometrische bol met 7,5 cm straal van de N.V. Philips gebruikt. In deze bol is het te beproeven lampje en een photometrische cel geplaatst, het eerste in het middenpunt en de tweede tegen de wand. De cel is door een scherm onttrokken aan de rechtstreekse stralen van de lamp en ontwikkelt een stroom die afhangt van de totale door de gloeidraad uitgezonden en eenparig diffuus in de bol verspreide lichtenergie.

De electrische stroomkringen, die het meten toelaten, zijn afgebeeld op schets figuur 10.

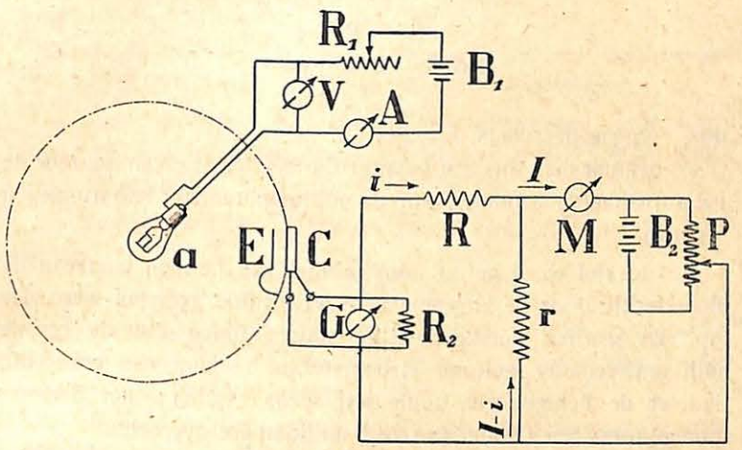


Fig. 10.

Het gloeilampje a wordt gevoed door een batterij B1, waarvan het debiet door middel van een weerstand R1 geregeld wordt. De spanning en de stroomsterkte worden gemeten met een voltmeter V en een ampèremeter A. De cel C (afgeschermd door een plaatje E) is met een galvanometer verbonden, waarmede een weerstand R2 als stroomdemper (1.000 ohm) in parallel geschakeld is. Met deze keten is er een meer ingewikkelde kring in parallel geschakeld, bestaande uit de weerstanden R (1.000 ohm), r (1 ohm), een milliampèremeter M, een batterij B2 en een potentiometer P met een totale weerstand van 1.000 ohm.

Wanneer het lampje onder stroom staat, wordt de potentiometer zo geregeld dat er geen stroom door de galvanometer gaat. De cel levert dan in kortsluiting een met de ontvangen lichtenergie rechtstreeks evenredige stroom.

De op de schets door pijltjes aangeduide stroomsterkten I en i stellen respectief het debiet van de cel en de door de milliam-

pèremeter aangeduide intensiteit voor en ze voldoen aan de vergelijking :

$$R - (I - i)\, r = o$$

$$\text{of } I = i.\frac{R + r}{r}$$

dus, volgens de schets, $I = 1.001\ i$

Zo bekomt men dus een belangrijke versterking van de door de cel ontwikkelde stroom, die op de milliampèremeter kan afgelezen worden.

Het toestel werd geijkt door middel van lampen waarvan de lichtsterkte door de zorgen van N.V. Philips gemeten werd. De op een grafiek getekende ijkuitslagen tonen dat de op de milliampèremeter gelezen stroomsterkte rechtstreeks evenredig is met de lichtenergie, zoals wij reeds zegden ; met 5 decalumen komt een stroom van 78,5 milliampère overeen.

Hier volgen de vaststellingen die wij deden bij de studie van vijf lampentypen met dubbele gloeidraad.

1. Gloeilampjes 2.6 Volt, 1,7 Ampère (1e partij).

(Zonder gasvulling.)

Twee evenwijdige spiraalvormige gloeidraadjes zoals de schets figuur 11 aanduidt.

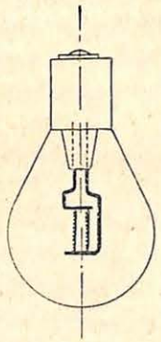


Fig. 11.

Breekproeven.

a) Stroom geleverd door 5 in serie geschakelde alkalische elementen en geregeld op 1,7 ampère door middel van een weerstand :

10 lampjes worden in mijngasmengsels met een methaangehalte van 7,75 à 9 t. h. gebroken : twee ontvlammingen.

b) Stroom geleverd door 2 alkalische elementen ; geen regelingsweerstand in de stroomkring ; stroomsterkte 1,6 ampère ; methaangehalte van het gasmengsel 7,75 tot 8 t. h. :

10 lampjes worden gebroken zonder ontvlamming te verwekken.

c) Stroom geleverd door 4 in parallel geschakelde series van 2 alkalische elementen ; de spanning op het gloeilampje toegepast verandert van 2,55 tot 2,58 volt ; de verbruikte stroom bedraagt 1,65 ampère ; methaangehalte 8 t. h.

10 lampjes worden gebroken zonder ontvlamming te verwekken.

In 30 proeven hebben wij dus maar 2 ontvlammingen bekomen en wel bij toepassing van een abnormale spanning : bij open stroomkring was deze 150 t. h. hoger dan die van twee alkalische elementen.

Metingen van de lichtenergie.

Gemiddelde van 3 metingen voor 3 gloeilampjes bij een stroomsterkte van 1,70 ampère en een normale spanning van 3,10 Volt : 3,94 decalumen.

Gemiddelde van 3 metingen voor 3 gloeilampjes bij een stroomsterkte van 1,50 tot 1,54 ampère en een normale spanning van 2,60 Volt : 1,74 decalumen.

Men stelt vast dat de op het lampje aangeduide stroomsterkte (1,7 ampère) slechts bekomen wordt door toepassing van een veel grotere spanning dan deze van de normale batterij van twee alkalische elementen (2,6 volt).

Bij normale spanning (2,6 volt) en stroomsterkte is het gemiddeld rendement dezer gloeilampjes 4,4 lumen/watt.

2. Gloeilampjes 2,6 Volt, 1,7 Ampère (2e partij).

(Zonder gasvulling.)

Twee spiraalvormige gloeidraadjes, 18,8 mm lang, 0,071 mm diameter, op een onderlinge afstand van 1 mm geplaatst volgens de aanduidingen van schets figuur 11.

Breekproeven.

De stroom wordt geleverd door 5 in parallel geschakelde series van 2 alkalische elementen.

De toegepaste spanning schommelt tussen 2,5 en 2,63 Volt en de verbruikte stroom tussen 1,62 en 1,70 ampère.

Het methaangehalte verandert van 7,5 tot 8,25 t. h.

Van 31 proeven verwekt er geen enkele de ontvlamming.

Metingen van de lichtenergie.

Gemiddelde van 7 metingen bij een stroom van 1,65 ampère : 1,51 decalumen, met als uiterste waarden 1,33 en 1,85 decalumen.

Gemiddelde van 6 metingen bij een stroom van 1,70 ampère : 2,08 decalumen, met als uiterste waarden 1,76 en 2,52 decalumen.

Volgens de fabrikant is het gemiddelde rendement van deze gloeilampjes ongeveer 3,21 lumen/watt.

3. Gloeilampjes van 2,6 Volt, 1,4 Apère (3e partij).

(Zonder gasvulling.)

Twee spiraalvormige gloeidraadjes, 18 mm lang, 0,063 mm diameter, op een onderlinge afstand van 1 mm geplaatst volgens de aanduiding van schets figuur 12.

Breekproeven.

a) De stroom wordt geleverd door 5 in parallel geschakelde series van 2 alkalische elementen. Spanning 2,53 tot 2,57 Volt ; stroomsterkte 1,35 tot 1,40 ampère ; methaangehalte 8 t. h.

Bij vier van de vijftien proeven wordt een ontvlamming verwekt.

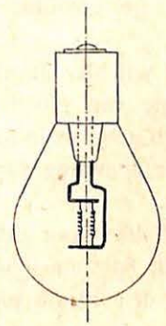


Fig. 12.

b) Het gloeilampje wordt verbonden aan een normale batterij van twee alkalische elementen. De ampèremeter wordt uit de stroomkring weggenomen. De toegepaste spanning schommelt van 2,54 tot 2,61 volt. Het methaangehalte verandert van 7,75 tot 9,5 t. h.

Bij drie proeven van de dertig wordt een ontvlamming verwekt.

Metingen van de lichtenergie.

Gemiddelde van 8 metingen bij een stroomsterkte van 1,35 ampère : 2,12 decalumen, met als uiterste waarden 1,92 en 2,33 decalumen.

Gemiddelde van 7 metingen bij een stroomsterkte van 1,40 ampère : 2,80 decalumen, met als uiterste waarden 2,47 en 3,12 decalumen.

TABEL XII.

Nummer van het lampje	Stroomsterkte in ampère	Lichtvermogen in décalumen
1	1,7	4,35
2	1,65	4,18
3	1,75	3,45
4	1,70	3,61

Volgens de fabrikant is het gemiddeld rendement 5,64 lumen/watt.

Ter vergelijking geven wij hier de uitslagen bekomen bij het meten van de lichtenergie van gloeilampjes met enkel gloeidraadje, welke wij op goed geluk af in onze verzameling genomen hebben en waarop wij de spanning van een batterij van 2 elementen hebben toegepast.

Door berekening vindt men voor deze vier gloeilampjes een gemiddeld rendement van 8,8 lumen/watt, dus veel meer dan voor de lampjes van de drie eerste partijën.

4. Gloeilampjes van 2,6 Volt en 1,80 Ampère (4e partij).

(Zonder gasvulling.)

Twee spiraalvormige, evenwijdiggeplaatste gloeidraadjes ; diameter 0,072 mm (zie schets fig. 13).

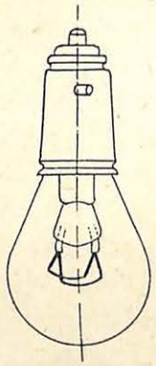


Fig 13.

Breekproeven.

a) De stroom wordt geleverd door een batterij van 5 in parallel geschakelde series van 2 elementen ; de toegepaste spanning schommelt tussen 2,58 en 2,68 volt, de verbruikte stroom, tussen 1,925 en 1,975 ampère.

Van 8 proeven verwekken er 6 een ontvlamming.

b) De stroom wordt geleverd door een normale batterij, met een spanning van 2,37 tot 2,57 volt ; stroomsterkte 1,85 tot 1,925 ampère.

Vijf proeven verwekken alle de ontvlamming.

Metingen van de lichtenergie.

De lichtenergie werd gemeten bij de fabrikant en, voor een stroom van 1,81 ampère, gelijk bevonden aan 3,6 decalumen.

Het rendement bedraagt in die omstandigheden 7,67 lumen/watt.

Voor het gloeilampje met enkel spiraalvormig gloeidraadje en gasvulling werd, bij een stroomsterkte van 1,8 ampère, de lichtenergie gelijk bevonden aan 3,8 decalumen en het rendement aan 8,10 lumen/watt.

5. Gloeilampjes van 2,6 Volt en 1,4 Ampère (5e partij).

(Zonder gasvulling.)

Twee niet spiraalvormige gloeidraadjes, diameter 0,055 mm. (zie schets fig. 13).

Breekproeven.

a) De stroom wordt geleverd door een batterij van 5 in parallel geschakelde series van 2 elementen ; toegepaste spanning : 2,61 volt ; stroomsterkte hetzij 1,25, hetzij 1,35 ampère.

Twee proeven verwekken de ontvlamming.

b) De stroom wordt geleverd door een normale batterij voor mijnlampen. Spanning : 2,56 volt ; stroomsterkte : 1,29 ampère.

Een proef gevolgd door ontvlamming.

Metingen van de lichtenergie.

De lichtenergie werd bij de fabrikant gemeten. Men bekwam

1° voor het lampje met dubbele gloeidraad, bij een stroomsterkte van 1,4 ampère, 2,72 decalumen en 7,47 lumen/watt ;

2° voor het lampje met enkele gloeidraad (zonder gasvulling), bij een stroomsterkte van 1,4 ampère, 2,8 decalumen en 7,70 lumen/watt.

Alleen met de gloeilampjes van de eerste en van de tweede partij, waarvan de karakteristieken 2,6 volt en 1,7 ampère waren, werd er bij de normale spanning geen ontvlamming bekomen.

Laten wij opmerken dat het gemiddeld rendement van de gloeilampjes van de eerste partij maar 4,4 lumen/watt bedraagt.

De gloeilampjes van de derde partij (2,6 volt, 1,4 ampère), die een rendement hadden van 5,64 lumen/watt, verwekten 7 ontvlammingen in 45 proeven.

Eindelijk, voor de lampjes van de vierde en vijfde partij, heeft men respectief opgetekend :

11 ontvlammingen voor 13 proeven (rendement 7,67) ;

3 ontvlammingen voor 3 proeven (rendement 7,47).

Stellen wij vast dat alleen deze twee laatste partijën een rendement hebben dat dat van de gloeilampjes met enkel gloeidraadje benadert maar toch nog kleiner blijft.

Het schijnt dus dat om een gloeilampje met dubbele gloeidraad te maken waarvan het breken in een mijngasmidden geen ontvlamming verwekt, men tevreden moet zijn met een veel kleiner lichtrendement dan dat van de thans in de mijnen gebruikte en veel stroom (1,4 tot 1,8 ampère) verbruikende gloeilampjes.

Uit onze proefnemingen blijkt insgelijks, dat de ontvlammingswaarschijnlijkheid, die men gelijk kan stellen met de verhouding van het aantal ontvlammingen tot het aantal proeven, met het lichtrendement vermeerdert of, indien men verkiest, met de regimetemperatuur der gloeidraden, want het lichtrendement groeit met de temperatuur. (Het was ten andere te voorzien dat het ontvlammingsrisico zou vermeerderen met de temperatuur welke door de gloeidraadjes bereikt wordt op het ogenblik dat zij in aanraking komen met het ontvlambaar gasmengsel.)

Ondanks de negatieve uitslagen van onze opzoekingen, menen wij niet ze te moeten stopzetten. Er zijn immers fabrikanten die denken dat het niet onmogelijk is een veilig gloeidraadje te verwezenlijken met een aanneembaar rendement.

Wij zijn verplicht hen in hun opzoekingen bij te staan.

V. OPZOEKINGEN BETREFFENDE DE ONTVLAMMING VAN KNALGAS IN DE DRAAGBARE ELECTRISCHE LAMPEN

Tot deze opzoekingen gaven aanleiding twee knalgasontvlammingen, die zich met een tussentijd van 15 dagen voordeden in de lampenkamers van een kolenmijn van het bekken van Charleroi.

De met het onderzoek belaste ingenieur heeft over deze incidenten in zijn verslag het volgende relaas gegeven :

Op de accumulator van een lamp van het type 522 van de « S. A. d'Eclairage des Mines et d'Outillage industriel » te Loncin, was van 15 tot 24 uur de ladingsstroom ingeschakeld gebleven ; vervolgens had men de accumulator gewoon laten staan tot 4 uur in de morgen. Daarna maakte de lampenist de lamp voor de uitdeling gereed door de kop op de pot te schroeven.

Rond 7 uur in de morgen, toen de hoofdlampenist de lamp ontstak, deed er zich een kleine ontploffing in de pot voor, waarbij men een vlam van ongeveer 20 mm lengte uit de verbindingsvoeg zag slaan.

Vijftien dagen vroeger had een lamp van het type 520 van de zelfde fabrikant aanleiding gegeven tot een gelijkaardig incident. Het feit was gemeld geworden door een Duits krijgsgevangene, maar daar deze enige getuige was, had men aan zijn gezegde geen geloof gehecht.

Het onderzoek der feiten toont aan, dat er zich een ontvlamming van knalgas heeft voorgedaan te wijten aan een vonk, die oversprong hetzij bij het openen, hetzij bij het sluiten van de stroomkring van het gloeilampje.

Boven de grond heeft zulke ontvlamming geen gevolgen ; in het ondergronds bedrijf van een mijngashoudende mijn, kan zij, integendeel, uiterst gevaarlijk zijn.

Reeds in 1934 had dit vraagstuk ons bezig gehouden.

Te dien tijde immers hadden onze collega's van het « Safety in Mines Research Board » gewezen op een mijngasontvlamming die zich in een Engelse mijn had voorgedaan in zulke voor-

waarden dat de vermoedelijke oorzaak van het ongeval alleen een knalgasontploffing in een lamp met een accumulator gevormd uit drie ijzernikkelelementen kon zijn. Het omhulsel, dat de accumulator beschermde, bestond uit een doos met rechthoekige doorsnede die gesloten was met een deksel.

Zo kwamen wij er in 1934 reeds toe, twee punten te bestuderen, waarmede de veiligheid geboden door de draagbare electrische lampen, ten zeerste verband houdt, te weten :

1° de dichtheid van de verbinding met het deksel ten opzichte van een inwendige knalgasontploffing ;

2° de geschiktheid van de accumulatorvonken om knalgasmengsels te ontsteken.

De uitslagen van deze studie werden, doch zeer in 't kort, gepubliceerd in het Jaarverslag over de werkzaamheden in 1934 (zie *Annales des Mines de Belgique,* jaargang 1935, boekdeel XXXVI, blz. 16 en 17).

Gelet op de belangrijkheid van dit onderwerp, achten wij het nuttig, er hier nogal uitvoerig aan te herinneren vooraleer onze vaststellingen van 1946 aan te duiden.

a) Opzoekingen betreffende de dichtheid van de draagbare electrische lampen.

Bij het ministerieel besluit van 15 Mei 1919, worden er twee manieren voorzien om het deksel op de pot van de accumulator te bevestigen : de ineenschuiving over een lengte van 8 mm met scharnier en klinkje en de ineenschroeving van ten minste twee windingen.

Tot in de laatste jaren kende men in België alleen de verbinding met vierkante schroefdraad. Slechts bij de hoedlampen, die voor het eerst in 1946 werden toegelaten, schuift het rechthoekig deksel op de rechthoekige pot.

In 1934 hebben wij dan ook alleen de ineengeschroefde lampen onderzocht.

Heel de lamp was in een mijngasatmosfeer geplaatst en de vrije ruimte in de pot was gevuld met knalgas (waterstof + zuurstof). Door een electrische vonk werd de ontploffing in de

pot verwekt en er werd nagegaan of de ontvlamming van de omringende atmosfeer volgde.

Voor onze proefneming hadden wij de accumulator door een gegoten isolerende massa M vervangen, zodat er in de lamp een vrije ruimte openbleef met hetzelfde volume als datgene dat gewoonlijk vrij blijft tussen de batterij en het deksel (zie fig. 14).

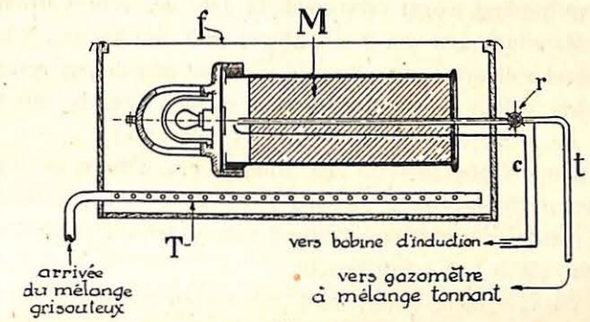


Fig. 14.

In deze ruimte werd het knalgas ingelaten door een stalen buis (t). Het werd tot ontvlamming gebracht door een electrische vonk te laten springen tussen een geïsoleerde geleider (c) en de buis (t), welke beide met een inductieklos met hoge spanning verbonden waren.

Zo gereed gemaakt werd de lamp in een houten kist geplaatst, waarin het ontvlambare mijngas- luchtmengsel door een buis T met gaatjes ingelaten werd.

Boven was de kist dichtgemaakt met een blad papier (f). Op het ogenblik van de proef werd de gazometer met knalgas door middel van het kraantje (r) van het toestel gescheiden. Zo hebben wij vier lampen van verschillend type onderzocht.

In de loop van onze proefnemingen hebben wij het deksel losser of vaster op de pot geschroefd, waardoor terzelfdertijd werden gewijzigd het volume van de ruimte met knalgas en het aantal windingen, waarover de warme gassen, voortkomend van de ontploffing in de pot, moesten gaan.

Hier volgen voor elke onderzochte lamp de proefnemingsvoorwaarden alsmede de belangrijkste bevindingen wat betreft de werking van de knalgasvlam op de omgevende mijngasatmosfeer.

Lamp van de N.V. « Société belge d'applications électriques » te La Bouverie.

(type 290 — toegelaten in 1929.)

De verbinding wordt verwezenlijkt door een schroefdraad met vierkante windingen van 2 mm diepte en 2 mm hoogte. Wanneer het deksel volledig aangeschroefd is, is het aan de pot verbonden door drie volledige windingen ; het volume van de ruimte die boven de accumulator vrij blijft is 112 cm3 (1).

De lamp is geplaatst in een atmosfeer van lucht en mijngas met een methaangehalte van 8,5 t. h., in de vrije ruimte boven de accumulator wordt een mengsel van waterstof (65,5 t. h.) en zuurstof (30,5 t. h.) ingebracht.

Het mijngasmengsel ontvlamt, zelfs wanneer het deksel volledig aangeschroefd is op de pot.

Het ontvlamt niet, wanneer de vrije ruimte in de lamp tot 57 cm3 wordt herleid (door een cirkelvormige houten schijf boven op de accumulator te plaatsen).

Zelfs met de zo verminderde ruimte, ontvlamt het mijngasmengsel, wanneer het deksel een vierde van een toer is losgeschroefd. Dan is het volume van de ruimte 62 cm3 en het aantal ingeschroefde windingen 2¾.

Lamp van het type F.A.M. van de « Compagnie auxiliaire des Mines ».

De verbinding wordt verwezenlijkt door een schroefdraad met vierkante windingen van 1,8 mm diepte en 2 mm hoogte.

Wanneer het deksel volledig aangeschroefd is, steunt de basis er van op een cirkelvormig draagvlak van 1 mm breedte dat, als het ware, deel uitmaakt van de schroefdraad van de pot (zie

(1) We bepalen het aantal ingeschroefde windingen door het aantal toeren te tellen dat mij aan het deksel moeten geven om het met de pot te verbinden.

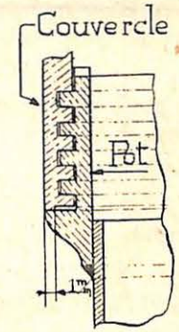


Fig. 15.

fig. 15). De ruimte boven de accumulator is alsdan 160 cm3 en het aantal ingeschroefde windingen 3½.

Wanneer het deksel een toer losgeschroefd wordt, wordt de ruimte met 27,2 cm3 vergroot.

Hier volgen de uitslagen, welke met de verschillende knalgassamenstellingen, werden bekomen (tabel XIII). Voor sommige proeven hebben wij de vrije ruimte, door houten schijven in de pot te plaatsen, verkleind hetzij met 62 cm3, hetzij met 31 cm3.

Wanneer het deksel volledig aangeschroefd is, wordt de omgevende atmosfeer niet ontstoken, alhoewel het ontvlammend knalgasvolume (160 cm3) groter is dan in de eerst beproefde lamp (Société belge d'Applications électriques).

Dit gunstig resultaat is te danken aan het groter aantal ingeschroefde windingen en vooral aan het plat draagvlak, waarop de onderste rand van het deksel draagt, wanneer dit volledig aangeschroefd is.

Hier dient aan toegevoegd dat de lamp van de « Compagnie Auxiliaire des Mines » betrekkelijk nieuw was ; de lamp van de « Société Belge d'Applications électriques » was daarentegen reeds gedurende verscheidene maanden gebruikt geweest in onze galerijen van Bois de Colfontaine.

Lamp van de « Société belge d'Application électriques », te La Bouverie.

(Bijzonder type met lange schroefdraad.)

De schroefdraad dezer lamp werd door de fabrikant op ons verzoek speciaal gemaakt. Wanneer het deksel volledig aange-

TABEL XIII.

Samenstelling van het knalgas in %	Methaangehalte van de omgevende atmosfeer	Verbinding van deksel op pot (aantal ingeschroefde windingen)	Volume van de vrije ruimte in de pot in cm³	Bevindingen : het mijngasmengsel ontvlamt of niet
Waterstof 29.4	10	Volledige aanschroeving	160	niet
Zuurstof 68,8		5 ½ windingen		
id	10	5 ⅜ windingen	165.4	ontvlamt
Waterstof 65.4	8,5	Volledige aanschroeving	160	niet
Zuurstof 30.5				
id	8,5	5 ⅜ windingen	165.4	ontvlamt
id	10,5	1 ½ windingen (schijf van 62 cm³)	152,0	niet
id	10	id	152.0	ontvlamt
id	10	2 ½ windingen (schijf van 62 cm³)	125	niet
id	8,0	2 ½ windingen (schijf van 31 cm³)	156	niet
Waterstof 45,0	8,5	5 windingen	175.5	ontvlamt
Zuurstof 54,8				
id	8,25	Volledige aanschroeving	129	niet
		5 ½ windingen (schijf van 31 cm³)		
id	8,25	5 ⅜ windingen (schijf van 31 cm³)	132.4	ontvlamt
id	8,25	2 ½ windingen (schijf van 31 cm³)	125	niet
id	8,25	2 ¼ windingen (schijf van 62 cm³)	132	ontvlamt

schroefd is, is de verbinding met de pot verwezenlijkt door 5⅛ windingen en is het volume van de vrije ruimte boven in de pot 90 cm3.

We bekomen de uitslagen aangeduid in tabel XIV.

De proeven met deze lamp gaven uitslagen, die goed overeenkomen met deze bekomen bij de voorgaande proefneming.

Zoals men ziet, werd de ontvlamming van het mijngasmengsel voorkomen, zonder dat het deksel volledig op de pot was aangeschroefd. Hier dient aan toegevoegd, dat de lamp recht van de fabriek kwam en het spel in de schroefdraad tot een minimum was herleid.

Musy-lamp.

(Franse lamp in 1934 toegelaten.)

De verbinding wordt verwezenlijkt door een schroefdraad met vierkante windingen van 1,5 mm hoogte en 1,5 mm diepte. Wanneer het deksel volledig aangeschroefd is, grijpen er 2¾ windingen in elkander en is het volume van de vrije ruimte boven de accumulator 30 cm3.

Deze lamp liet ons toe de in tabel XV opgetekende vaststellingen te doen.

Alhoewel het knalgasvolume, dat hier tot ontploffing gebracht werd, veel kleiner was dan in de vorige proeven, zagen wij bij de Musy-lamp de ontploffing overslaan op de omgevende atmosfeer.

De oorzaak van dit in gebreke blijven moet volgens ons in de verbinding gezocht worden. De windingen van de schroefdraad zijn minder diep en minder breed dan in de vorige lampen.

Het blijkt uit de vaststellingen, die gedaan werden tijdens de hiervóór beschreven proefnemingen, dat het mogelijk is de dichtheid van een draagbare electrische lamp tegen de ontploffing van knalgas te verzekeren hetzij door de lengte van de schroefdraad, waardoor het deksel met de pot verbonden wordt, te vermeerderen, hetzij door de vrije ruimte, waarin het knalgas zich kan verzamelen, zo veel mogelijk te verminderen.

Wat het aantal windingen betreft, waardoor het deksel aan de

TABEL XIV.

Samenstelling van het knalgas in %	Methaan-gehalte van de omgevende atmosfeer	Verbinding van de lampkop met de pot (aantal ineengeschroefde windingen)	Volume van de vrije ruimte in de pot in cm^3	Uitslagen : het mijngas-mengsel ont-vlamt of niet
Waterstof 65,4 Zuurstof 30,5	8,5	3 1/8 windingen	133,2	niet
id	8,5	2 5/8 windingen	144	ontvlamt
Waterstof 45,0 Zuurstof 54,8	8,5	3 5/8 windingen	122,4	niet
id	8,5	3 1/8 windingen	133,2	ontvlamt

TABEL XV.

Samenstelling van het knalgas in %	Methaan-gehalte van de omgevende atmosfeer	Verbinding van het deksel met de pot (aantal ingeschroefde windingen)	Volume van de vrije ruimte in de pot in cm^3	Uitslagen : het mijngas-mengsel ont-vlamt of niet
Waterstof 65,4 Zuurstof 30,5	8,5	Volledige aanschroeving 2 3/4 windingen	30	niet
id	8,5	1 3/4 windingen	35,2	niet
id	8,5	1 1/4 windingen	37,8	ontvlamt
Waterstof 45,0 Zuurstof 54,8	8,5	2 1/4 windingen	32,6	ontvlamt

pot gehecht wordt, komt het ons voor dat het bij het ministerieel besluit van 15 Mei 1919 voorgeschreven minimum (twee volledige windingen) onvoldoende is om een waterstofontploffing in de pot tegen te houden.

b) Opzoekingen betreffende de ontsteking van mijngas door accumulatorvonken (1934).

Na vastgesteld te hebben dat een knalgasontploffing in een draagbare lamp naar buiten oversloeg en er een mijngasluchtmengsel ontstak, hebben wij ons afgevraagd of die ontploffing kon verwekt worden door vonken die ontstaan bij de normale werking van de lamp.

Voor de dichtheidsproeven hadden wij de ontploffing in de pot verwekt door hoogspanningsvonken. Deze ontsteken, zoals gekend is, alle brandbare gasmengsel, zelfs wanneer de ontwikkelde electrische energie slechts enige millijoule bedraagt.

Het is heel anders, wanneer de spanning van de stroombron maar enige volt is en er noch self, noch capaciteit in de stroomketen is. Om dan een ontvlamming te bekomen is het nodig dat de stroomsterkte een minimum bereikt, dat afhangt van de aard van het gasmengsel, van de vorm en van de natuur der electroden alsmede van de spanning van de stroombron.

Dit nu is het geval bij de draagbare electrische lampen. Indien men immers de rechtstreekse kortsluiting tussen de klemmen of tussen de delen van de stroomkring van het gloeilampje buiten beschouwing laat, blijven er als enige ontvlammingsoorzaken over de vonken, welke overspringen bij het aansteken en uitdoen van het lampje. Deze vonken worden verwekt in een stroomkring zonder self en zonder capaciteit die gevoed wordt door een stroombron van ten hoogste 4 Volt.

Om te kunnen oordelen over hun geschikheid om knalgasmengsels te ontsteken, hebben wij eerst een stroomonderbreker gebruikt bestaande uit twee latoenen plaatjes waarvan het een om een as kon draaien en het andere vast zat ; bij elke toer sloeg het eerste tegen het tweede zodat twintig keren per

seconde de stroomkring, gevormd door een accumulatorenbatterij, een ampèremeter en een regelbare weerstand, gesloten en onderbroken werd.

De stroomonderbreker zat in een metalen doos, welke vooraf met een knalgasmengsel, dat in een gazometer op het laboratorium bereid werd, werd gevuld.

Wij hebben er voor gezorgd dat de samenstelling van dit mengsel, de stroomsterkte en de spanning van de stroombron, die uit een loden-accumulatorenbatterij bestond, veranderden.

Onze waarnemingen vertoonden betrekkelijk veel onregelmatigheden. Voor eenzelfde stroomsterkte ontplofte het gasmengsel nu eens bij de eerste, dan bij de tweehonderdste stroomonderbreking. Eenzelfde mengsel ontplofte soms bij een zwakkere stroom dan die, waarbij het in vorige proeven niet ontvlamd was.

Deze onregelmatigheden waren waarschijnlijk te wijten aan de oxydering van de contactpunten van de plaatjes van de stroomonderbreker.

TABEL XVI.

Waterstofgehalte in %	Zuurstofgehalte in %	Spanning bij open stroomkring in volt	Minimum stroomsterkte waarbij ontvlamming bekomen werd in ampère
68,93	31,07	6	1,8
id	id	4	2,4
66,66	33,33	12	0,4
id	id	6	0,7
id	id	4	2,1
65,54	34,24	12	0,5
id	id	6	1,1
65,36	33,19	6	1,28
51,00	47,61	6	1,52
50,18	40,96	6	1,60
44,74	55,26	6	3,10
39,82	58,78	6	1,41
38,98	57,61	12	0,50
id	id	6	1,80
29,33	70,67	6	0,80
id	id	4	1,85

In het totaal hebben wij 180 proeven genomen. In tabel XVI geven wij de minimum stroomsterkte waarbij de ontvlamming van het knalgasmengsel bekomen werd.

De ontvlamming was dus mogelijk :
voor een stroomsterkte van 0,4 ampère bij een spanning van 12 v,
voor een stroomsterkte van 0,5 ampère bij een spanning van 6 v,
voor een stroomsterkte voor 1,6 ampère bij een spanning van 4 v.

De hiervoor beschreven proeven beantwoordden echter niet volkomen aan de werkelijkheid. In een stroomonderbreker met elastische plaatjes, verwijderen deze zich zeer snel van elkander bij de stroomonderbreking en zo verwekken ze een vonk, die uitgerokken wordt in volle ontvlambaar gasmengsel. In een draagbare electrische lamp daarentegen scheiden de contactstukken zich betrekkelijk langzaam en de vonk ontstaat en wordt uitgerokken tegen een eboniet plaat, wat de afkoeling van het gas bevordert (1).

We hebben ons onderzoek verder doorgedreven gebruikmakend van een als volgt gewijzigde mijnlamp.

De normale accumulator was vervangen door een blok hout met twee klemmen, die met een batterij (12 volt) van 6 loden elementen verbonden waren.

Het lampje was door een kleine metalen weerstand vervangen. Door middel van een ampèremeter en een veranderlijke weerstand was het mogelijk de stroomsterkte te regelen.

Door het deksel op de pot te draaien, werd de stroomkring naar believen gesloten of onderbroken. Wij hebben 34 proeven genomen met telkens 10 tot 20 stroomonderbrekingen en sluitingen.

Deze proeven lieten ons toe de volgende tabel (tabel XVII) op te maken van de minimum stroomsterkten, waarbij de ontvlamming van het gasmengsel verwekt werd.

De stroomsterkten, die in deze tabel voorkomen, zijn veel groter dan het gewoon verbruik onzer draagbare lampen. Ze zijn

(1) In de in België gebruikte lampen drukken de klemmen van de accumulator tegen metalen sectoren, die in een ebonietplaat, welke de bovenkamt van het deksel vormt, verzonken zitten. Deze schikking laat toe het gloeilampje naar believen te ontsteken of uit te doen, door het deksel eenvoudig te draaien.

echter van dezelfde orde van grootheid als de kortsluitingsstromen der batterijen.

TABEL XVII.

Waterstof-gehalte in %	Zuurstof-gehalte in %	Minimum stroomsterkte, waarbij de ontploffing verwekt wordt, in ampère
66,66	32,45	22
64,00	33,9	34
42,66	53,34	28

Uit onze proefnemingen bleek dus, dat de onderbrekingsvonk, welke verwekt wordt bij het inschakelen en uitschakelen van het gloeilampje, het door de electrolyt ontwikkelde gasmengsel niet kon ontsteken.

Dit gunstig besluit leidde er ons toe een wijziging voor te stellen van het ministerieel besluit van 15 Mei 1919 betreffende de verlichting van mijngashoudende mijnen door middel van draagbare electrische lampen.

Artikel 3 van dat besluit beperkte immers tot 1 ampère en 2,6 volt de electrische karakteristieken van de lampen, waarin de stroom onderbroken en gesloten wordt door het deksel te draaien ; het bepaalde dat bij overschrijding van een dezer grenswaarden de schakelaar in een voor de gassen der batterij ontoegankelijke ruimte moest ingebouwd zijn.

Onze proefnemingen lieten toe dit beperkend voorschrift minder streng te maken. De grenswaarden werden van 1 ampère en 2,6 volt bij ministerieel besluit van 5 April 1934 gebracht op 2 ampère en 4,5 volt.

De incidenten, waarop wij gewezen hebben in het begin van dit hoofdstuk, stelden opnieuw het vraagstuk dat ons in 1934 had beziggehouden.

Tijdens het jaar 1946 hebben wij onze bijzondere aandacht gewijd op de gasontwikkeling in de accumulators na de lading.

Deze studie doet terugdenken aan de opzoekingen die wij eertijds deden betreffende de gasontwikkeling door de batterijen, eerst voor deze gebruikt voor het vervoer (zie Verslag over de werkzaamheden in 1931, *Annales des Mines de Belgique* — Boekdeel XXXIII, jaargang 1932, blz. 154 en volg.), daarna voor die gebruikt in lampen (zie Verslag over de werkzaamheden in 1939. — *Annales des Mines de Belgique,* boekdeel XLI, jaargang 1940, blz 30 en volg.).

In 1931 hadden wij vastgesteld dat de ijzer-nikkel-accumulatoren tijdens de lading veel waterstof en zuurstof ontwikkelden en zulks in geschikte verhoudingen om een ontplofbaar mengsel te vormen.

De gasontwikkeling duurde insgelijks voort, doch in mindere mate tijdens de rust tussen de lading en de ontlading. Deze laatste ontwikkelde geen gas, maar slorpte een deel van het gevormde knalgas terug op.

Enige minder ver doorgedreven proefnemingen met grote loden accumulators leidden tot dezelfde vaststellingen.

In 1939 eindelijk hebben wij een loden accumulator voor een draagbare lamp onderzocht. Tijdens de lading werd er een mengsel van waterstof en zuurstof ontwikkeld met een overmaat van dit tweede gas, waarvan de hoeveelheid soms gelijk was aan 17 maal die van het eerste.

Tijdens de rust tussen de lading en de ontlading ontwikkelde de accumulator soms gas om er vervolgens op te slorpen, ofwel slorpte hij er enkel op.

Bij de ontlading werd er ofwel gas opgeslorpt, ofwel ontwikkeld. In het tweede geval werd er nooit meer dan 13,4 cm3 gevormd.

Maar de hoofdbekommernis bij onze proefnemingen was de samenstelling van het ontwikkelde gas alsmede de hoeveelheid. Om ons doel te bereiken hadden wij er voor gezorgd in een gesloten ruimte te werken, m.a.w. in voorwaarden waarin de diffusie van de waterstof geen rol kon spelen.

Het onderzoek, dat wij in 1946 deden, werd gedaan in open lucht met normaal gemonteerde draagbare lampen.

c) Studie van de gasontwikkeling in alkalische lampen, na de lading (1946).

Wij hebben achtereenvolgens de gasontwikkeling onderzocht eerst tijdens de rust tussen de lading en de ontlading, daarna gedurende de ontlading.

1. — *Gasontwikkeling tijdens de rust.*

Wij hebben getracht de incidenten te verwekken, welke zich in 1946 in de lampenkamers van het bekken van Charleroi hadden voorgedaan.

Zoals wij reeds weten, deed de ontploffing zich voor zeven uren na het einde van de lading (drie uren nadat het deksel op de pot bevestigd werd). Tijdens de vier uren die het sluiten van de lamp voorafgingen, konden de ontwikkelde gassen gemakkelijk ontsnappen, tenzij zulks verhinderd werd door een slechte werking van de ontsnappingskleppen.

Bij deze gelegenheid, is het goed te herinneren dat de accumulator niet vrij met de omgeving in verbinding staat. In de bovenwand van elk element is er een opening, die gesloten is met een stop die de ontspanning van het gas toelaat zonder electrolytverlies.

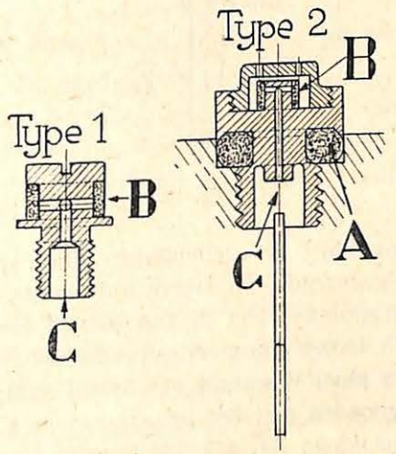


Fig. 16.

Figuur 16 stelt twee verschillende typen van stoppen voor. In beide is er een kanaal C, dat zich in twee verdeelt ; de bovenste openingen zijn verborgen door een elastische ring in gummi B, die als ontsnappingsventiel dienst doet. De ring A verzekert de afdichting. Wanneer de spanning van het gas in de accumulator vergroot, geeft de ring B toe en laat hij gas ontsnappen.

Deze stoppen, laten wij het onthouden, worden maar weggenomen om electrolyt in de accumulator te doen of om de ventiel na te zien of te vervangen.

Om de samenstelling te bepalen van het tijdens de rust gevormde mengsel, hebben wij als volgt gehandeld.

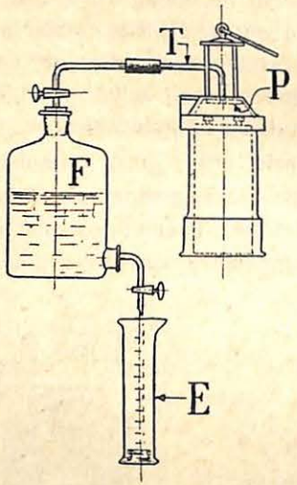


Fig. 17.

Na de lading blijft de accumulator, altijd voorzien van de twee stoppen, gedurende een zekere tijd zonder deksel. Daarna wordt de lamp gesloten door de kop (of het deksel) op de pot te schroeven. In de kop zijn gloeilampje en toebehoren vervangen door een stalen plaat P waarop een buis T vastzit. Deze wordt vervolgens verbonden met het opvangingsvat F dat gevuld is met water (zie schets fig. 17).

De lamp blijft dus gesloten tot op het ogenblik dat het ontwikkelde gas uit de accumulator wordt gezogen door water uit het opnemingsvat te laten vloeien.

Het volume meegezogen lucht is gelijk aan de hoeveelheid water (500 of 1.000 cm3) die in het maatglas E wordt opgevangen.

Het in het vat F opgevangen mengsel lucht-knalgas wordt vervolgens volgens de methode der lage temperaturen ontleed.

In de loop van onze proefnemingen hebben wij drie factoren laten veranderen, die zeker invloed uitoefenen op de vorming van het ontplofbaar mengsel : de ladingsduur, de tijd die verloopt tussen het einde van de lading en het sluiten van de lamp, de tijd die verloopt tussen het sluiten van de lamp en de gasopvanging.

Nadat het gas opgevangen werd, begon de ontlading van de batterij in het gloeilampje.

Hier volgen de met die verschillende lamptypen bekomen uitslagen.

Lamp van het type 552 van de « Société de Loncin ».
(Lamp die tot
de vroeger aangehaalde ontploffing aanleiding gaf.)

Accumulator 15 ampère-uren (versleten elementen). Normaal ladingsregime : 4 ampère gedurende 7 uren. Gloeilampje voor 2,6 volt en 1,35 ampère, De kop is op de pot vastgeschroefd met 3½ windingen. Vrije ruimte in de kop boven de accumulator : 94 cm3.

1e Proef.

Lading gedurende 7 uren met een stroom van 4 ampère.

De lamp blijft, na de lading, 20 minuten open.

Het gas wordt opgevangen 45 minuten na de sluiting.

Het gas in de lamp werd er uit gejaagd door de doorgang van 1.000 cm3 lucht.

De ontleding van het mengsel gaf de volgende uitslagen :

waterstof	0,187
zuurstof	23,50
stikstof	76,20
zure gassen	0,12
	100,007

Om te berekenen hoeveel waterstof er in de lamp was op het ogenblik der opvanging, volstaat het, het product te maken van het volume ontleed gasmengsel door het door de ontleding bepaald centesimaal waterstofgehalte, hetzij :

$$\frac{1.000 \times 0,187}{100} = 1,87 \text{ cm3}$$

Wanneer wij de samenstelling van het mengsel nagaan, zien wij dat de verhouding tussen het zuurstof- en het stikstofgehalte (0,308) groter is dan voor de gewone lucht (0,264).

Buiten de waterstof ontwikkelt de accumulator ook zuurstof. Door berekening vinden wij de volgende samenstellingen voor de twee bestanddelen : knalgas en lucht.

Knalgas :	Waterstof	1,87
	Zuurstof	33,66
	Zure gassen	1,20
Lucht :	Zuurstof	201,33
	Stikstof	762,00
		1.000,07

Deze zuurstofontwikkeling moet ons niet bekommeren want zij vermindert het ontploffingsrisico. De vervanging van de stikstof door zuurstof in een mengsel van lucht en waterstof, brengt de onderste ontvlammingsgrens van 4,15 op 4,65 t. h. waterstof en deze ontvlammingsgrens, 4,15 t. h., geldend voor de opwaartse voortplanting der vlam, bepaalt het ontploffingsrisico.

Om te zien of het gas in de lamp ontvlambaar is, volstaat het na te gaan of de hoeveelheid waterstof voldoende is om het gehalte 4,15 t. h. te bereiken.

Met andere woorden, er zal ontploffingsrisico in de lamp zijn indien het volume waterstof bepaald door de analyse groter is dan of gelijk is aan :

$$\frac{94 \times 4,15}{100} = 3,9 \text{ cm3}$$

(94 cm3 : vrije ruimte in de lamp wanneer het deksel volledig aangeschroefd is.)

In de eerste proef was het waterstofgehalte :

$$\frac{1,87}{94} = 0,02 \text{ of } 2\,\%$$

45 minuten na de sluiting was het ontploffingsrisico dus nul.

2e Proef.

Lading gedurende 7 uren met een stroom van 4 ampère.
De lamp blijft gedurende 1 uur en 30 min. open.
Opvanging 1 uur na de sluiting.
Waterstofvolume in de lamp : 0,75 cm3.
Na de opvanging wordt de accumulator ontladen door 6 uren 30 min. stroom te leveren aan het gloeilampje.

3e Proef.

Lading gedurende 7 uren met een stroom van 4 ampère.
De lamp blijft gedurende 3 uren en 15 min. open.
Opvanging 3 uren na de sluiting.
Waterstofvolume in de lamp : 0,18 cm3.
Na de opvanging wordt de accumulator ontladen door 8 uren stroom te leveren aan het gloeilampje.

4e Proef.

Lading gedurende 9 uren met een stroom van 4 ampère.
De lamp blijft gedurende 3 uren open.
Opvanging 3 uren na de sluiting.
Waterstofvolume in de lamp : 0,39 cm3.

Na de opvanging wordt de accumulator ontladen door 6 uren stroom te leveren aan het gloeilampje.

5e Proef.

Lading gedurende 9 uren met een stroom van 4 ampère.
De lamp blijft gedurende 3 uren open.
Opvanging 2 uren na de sluiting.
Waterstofvolume in de lamp : 0,18 cm3.
Na de opvanging wordt de accumulator ontladen door 8 uren stroom te leveren aan het gloeilampje.

6e Proef.

Lading gedurende 9 uren met een stroom van 4 ampère.
De lamp blijft gedurende 2 uren open.
Opvanging 2 uren na de sluiting.
Waterstofvolume in de lamp : 0,14 cm3.
Na de opvanging wordt de accumulator ontladen ; hij levert stroom aan het gloeilampje gedurende 8 uren.

7e Proef.

Lading gedurende 12 uren met een stroom van 4 ampère.
De lamp blijft 3 uren open.
Opvanging 2 uren na de sluiting.
Waterstofvolume in de lamp : 0,92 cm3.

In al deze proeven was de hoeveelheid waterstof in de kop van de lamp kleiner dan 3,9 cm3, nodig minimum om de onderste ontvlammingsgrens te bereiken (4,15 t. h.).

Men merke op dat de tijd, dat de lamp na de lading open bleef, altijd korter was dan in de kolenmijn waar de incidenten zich voordeden (4 uren) ; welnu de verkorting van deze tijd beïnvloedt gunstig de vorming van een ontplofbaar mengsel boven in de accumulator.

Lamp van de « Compagnie d'Arras ».
(Aangeboden door de « Société de Loncin ».)

Accumulator S.A.F.T. van 15 ampère-uur.
Normaal ladingsregime : 4 ampère gedurende 5 uren.

Gloeilampje van 2,6 volt en 1,4 ampère.
Verbinding van de kop met de pot door 4½ windingen.
Vrije ruimte in de kop boven de accumulator : 76 cm3.

1e Proef.

Lading gedurende 7 uren en 50 minuten met 4 ampère.
De lamp blijft gedurende 2 uren en 20 minuten open.
Opvanging 2 uren na de sluiting.
Waterstofvolume in de lamp 2,61 cm3.
Na opvanging, brandt de lamp gedurende 8 uren.

2e Proef.

Lading gedurende 5 uren met 4 ampère.
De lamp blijft gedurende 3 uren en 30 minuten open.
Opvanging 1 uur en 50 minuten na de sluiting.
Waterstofvolume in de lamp : 1 cm3.
Na de opvanging brandt de lamp gedurende 8 uren.

3e Proef.

Lading gedurende 6 uren met 4 ampère.
Le lamp blijft gedurende 2 uren en 20 minuten open.
Opvanging 2 uren na de sluiting.
Waterstofvolumen in de lamp : 1,77 cm3.
Na de opvanging brandt de lamp gedurende 8 uren.

4e Proef.

Lading gedurende 5 uren met 4 ampère.
De lamp blijft 2 uren en 30 minuten open.
Opvanging 3 uren na de sluiting.
Waterstofvolume in de lamp 0,88 cm3.
Na de opvanging brandt de lamp gedurende 8 uren.

De vrije ruimte in de lamp was 76 cm3 groot. De ontploffing van het mengsel boven in de accumulator is mogelijk zodra

het waterstofvolumen $\frac{76 \times 4{,}15}{100} = 3{,}15$ cm3 bereikt.

In geen enkel der vier proeven werd deze hoeveelheid bekomen.

In de proeven 1 en 3 was het waterstofvolume betrekkelijk groot (2,16 en 1,77 cm3), wat te wijten was aan het versterkt ladingsregime (31 en 24 ampère-uur terwijl de fabrikant 20 ampère-uur aanduidt).

Handlamp van de « Société belge d'Applications électriques ».

Accumulator N.I.F.F. van 15 ampère-uur.

Normaal ladingsregime : 3,75 ampère gedurende 6 uren of 2,5 ampère gedurende 9 uren.

Gloeilampje van 2,6 volt en 1,25 ampère.

De kop is met de pot verbonden door 2½ windingen.

Vrije ruimte in de kop boven de accumulator : 110 cm3.

1e Proef.

Lading gedurende 8 uren en 20 minuten met 3,75 ampère.

De lamp blijft open gedurende 2 uren.

Opvanging 1 uur en 15 minuten na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,78 cm3.

Na de opvanging brandt de lamp gedurende 6 uren.

2e Proef.

Lading gedurende 8 uren en 15 minuten met 3 ampère.

De lamp blijft gedurende 2 uren en 45 min. open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Volume waterstof in de lamp : 0,96 cm3.

Na de opvanging brandt de lamp gedurende 6 uren.

3e Proef.

Lading gedurende 5 uren en 30 minuten met 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 1 uur en 50 minuten open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,45 cm3.

De accumulator wordt niet ontladen.

4e Proef.

Lading gedurende 7 uren en 15 minuten met 3,5 ampère.

De lamp blijft 2 uren en 15 minuten open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Waterstofvolume : *4,39 cm3.*

De lamp brandt gedurende 8 uren.

Om een ontvlambaar mengsel in de lamp te hebben moet er

$$\frac{110 \times 4,15}{100} = 4,56 \text{ cm3}$$

waterstof in de lamp voorhanden zijn.

In de drie eerste proeven benaderde het ladingsregime het door de fabrikant opgegevene, namelijk 22,5 ampère-uur.

In de vierde duurde de lading 7 uren en 15 minuten bij een stroomsterkte van 3,50 ampère ; dit geeft 25,4 ampère-uur, wat iets meer is dan de normale waarde.

In deze proef werd dus alleszins een hoeveelheid waterstof (4,39 cm3) ontwikkeld waardoor de ontplofbaarheidsgrens bijna werd bereikt. Dit vond ongetwijfeld zijn oorzaak in het feit dat de accumulator niet ontladen werd na de derde proef en dat hij dus een dubbele, dus overdreven lading, onderging.

Dezelfde lamp werd vervolgens aan drie andere proeven onderworpen, waarvoor het gas niet ontleed werd. We hebben alleen nagegaan of de vonk van een inductieklos met hoge spanning de ontploffing in de lamp verwekte. Deze was hiervoor, zoals de schets (fig. 18) aantoont, voorzien van een ontstekingsbougie.

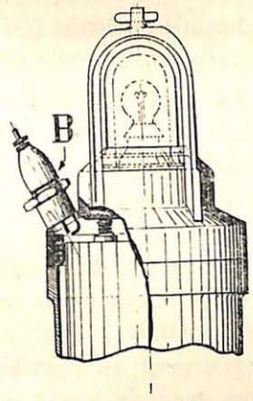


Fig. 18.

Onmiddellijk na de lading werd de kop op de pot bevestigd ; vervolgens liet men van tijd tot tijd een reeks vonken springen.

Hier volgen de voorwaarden, waarin de proeven geschieden :

1e proef : lading met 3 ampère gedurende 8 uren ; geen ontploffing 15 en 30 minuten na de sluiting der lamp.

2e proef : lading met 3 ampère gedurende 8 uren ; geen ontploffing 30 minuten na de sluiting der lamp.

3e proef : lading met 3 ampère gedurende 8 uren en 40 minuten ; geen ontploffing 15, 30 en 60 minuten na de sluiting.

Alleen in de tweede proef werd de ontvlamming bekomen ; men merke echter op dat wij al het mogelijke gedaan hebben om ze te verwekken.

In 't kort, het is weinig waarschijnlijk dat er in de lamp een ontplofbaar mengsel voorhanden is op het ogenblik dat zij in gebruik genomen wordt, indien de lading geschiedt volgens de aanduidingen van de fabrikant en indien de accumulator bloot blijft twee tot drie uren na het einde van de lading.

Dit besluit zou toelaten nu reeds de oplossing aan te duiden van het vraagstuk dat ons bezighoudt : het zou volstaan lampen te maken die eens ontstoken niet meer kunnen uitgedraaid worden. De ontsteking bij het begin van de dienst zou geen ontploffing verwekken en gedurende de dienst zou er zich geen kunnen voordoen, daar de stroomkring bestendig gesloten blijft.

Wij denken echter dat dergelijke lamp niet welkom zou zijn bij de mijnwerkers ; deze verkiezen immers in sommige omstandigheden zelf naar believen de te hunner beschikking gestelde lichtenergie te sparen of te gebruiken.

d) Gasontwikkeling gedurende de ontlading.

Om na te gaan of er zich een ontplofbaar gasmengsel vormde in de lamp gedurende de ontlading, hebben wij niet meer zoals hiervoor het gas opgevangen en scheikundig ontleed ; wij hebben er genoegen mee genomen binnen in de kop vonken van een inductieklos met hoge spanning te laten springen.

Nadat hij geladen was liet men de accumulator gedurende een zekere tijd rusten om hem daarna te ontladen. Gedurende de rust was de lampkop normaal op de pot bevestigd of was hij weggenomen.

Gedurende de ontlading, met de kop op de pot geschroefd, lieten wij gemiddeld eens per uur, een reeks vonken springen. We hebben de proef genomen met twee reeds vroeger vernoemde lampen, deze van de « Compagnie d'Arras » en die van de « Société Belge d'Applications électriques ».

1. — *Lamp van de « Compagnie d'Arras ».*

Het gloeilampje en het glas zijn weggenomen.

De ebonietschijf, die normaal de huls draagt waarin het gloeilampje geplaatst wordt, is vervangen door een dito schijf, waardoor drie electroden steken. Twee dezer dienen als contacten hetzij voor de lading, hetzij voor de ontlading en de derde als ontstekingsbougie.

Na de lading werd de kop gedurende een tijdje van de pot weggenomen en daarna er terug opgeplaatst voor de ontlading.

De ontlading geschiedde door het normaal gloeilampje (2,6 volt 1,4 ampère), dat door twee draden verbonden was aan de er voor bestemde electroden.

1e Proef.

Lading gedurende 8 uren met 3 ampère.

De lamp blijft drie uren open staan.

Ontlading in het gloeilampje (1,4 ampère) gedurende 9 uren en 20 minuten.

Geen ontploffing gedurende de ontlading.

2e Proef.

Lading gedurende 8 uren met 3 ampère.

De lamp blijft 2 uren open staan.

Ontlading in het gloeilampje (1,4 ampère) gedurende 10 u.

Geen ontploffing gedurende de ontlading.

3e Proef.

Lading gedurende 8 uren en 45 minuten met 3 ampère.

De lamp blijft 1 uur 30 minuten open staan.
Ontlading in het gloeilampje, 1,4 ampère, gedurende 12 uren.
Op het einde van de ontlading geeft het lampje geen licht meer.
Geen ontploffing gedurende de ontlading.

Geen dezer proeven gaf aanleiding tot de ontploffing alhoewel de lading meer dan voldoende geweest was (ten minste 24 ampère-uur).

2. — *Lamp van de « Société belge d'Applications électriques ».*

De ontvlambaarheid van het mengsel werd beproefd door middel van een bougie, die bezijden in het deksel was gestoken.
Elf proefnemingen werden met deze lamp gedaan.
Voor de 4 eerste proeven was de lampenkop voorzien van het gloeilampje en van het beschermingsglas zoals voor de normale dienst. Voor de volgende 7 proeven was de kop, zonder glas noch gloeilampje, gesloten met een eboniet schijf met twee electroden. Deze schikking maakte het mogelijk de lamp gedurende de lading, de rust en de ontlading gesloten te houden ofwel ze open te zetten gedurende de rust.
In elke proef werd de accumulator ontladen in een gloeilampje voor 1,75 ampère, dus met een groter verbruik dan dat voorzien door de fabrikant (1,25 ampère) ; wij dachten dat deze ontlading met sterkere stroom de vorming van een ontplofbaar mengsel slechts gunstig kon beinvloeden.

Proef 1.
Lading gedurende 6 uren en 15 minuten met 4 ampère.
De lamp blijft gedurende 15 uren en 30 min. open staan.
Ontlading in het gloeilampje voor 1,75 ampère gedurende 6 uren en 45 minuten.

Proef 2.
Lading gedurende 8 uren met 3 ampère.
De lamp blijft gedurende 2 uren en 15 minuten open staan.
Ontlading in het gloeilampje gedurende 8 uren en 20 minuten.
Geen ontploffing tijdens de ontlading.

Proef 3.
Lading gedurende 8 uren met 3 ampère.
De lamp blijft gedurende 2 uren en 20 minuten open staan.
Ontlading in het gloeilampje gedurende 7 uren.
Geen ontploffing gedurende de ontlading.

Proef 4.
Lading gedurende 8 uren en 40 minuten met 3 ampère.
De lamp blijft gedurende 1 uur en 30 minuten open staan.
Ontlading gedurende 6 uur.
4 uur na het begin van de ontlading verwekt de vonk een ontploffing in de lamp en slaat een gele vlam doorheen de schroefdraad.
Op het ogenblik der ontploffing geeft het gloeilampje zeer weinig licht.

Proef 5.
Lading gedurende 9 uren met 3 ampère.
Daarna blijft de lamp 2 uren gesloten staan.
Ontlading gedurende 9 uren.
Op het einde van de ontlading geeft de lamp geen licht meer.
Geen ontploffing tijdens de ontlading.

Proef 6.
Lading gedurende 7 uren met 4 ampère.
Daarna blijft de lamp 18 uren gesloten staan.
Ontlading gedurende 7 uren.
Op het einde van de ontlading geeft het gloeilampje geen licht meer ; op dat ogenblik verwekt de vonk een lichte ontploffing in de lamp ; de vlam slaat niet doorheen de schroefdraad.

Proef 7.
Lading gedurende 10 uren met 2 ampère.
Daarna blijft de lamp gedurende 5 uren open.
Ontlading gedurende 9 uren met 1,75 ampère.
Op het einde van ontlading geeft het gloeilampje weinig licht.
Geen ontploffing tijdens de ontlading.

Proef 8.

Lading gedurende 10 uren met 2 ampère.
Daarna blijft de lamp gedurende 15 uren gesloten staan.
Ontlading gedurende 7 uren.
Geen ontploffing tijdens de ontlading.

Proef 9.

Lading gedurende 8 uren en 30 minuten met 4 ampère.
Daarna blijft de lamp gedurende 4 uren open staan.
Ontlading gedurende 10 uren en 30 minuten.
Op het einde van de ontlading is het gloeilampje uit.
Geen ontploffing tijdens de ontlading.

Proef 10.

Lading gedurende 21 uren met 3 ampère.
Daarna blijft de lamp gedurende 3 uren open staan.
Ontlading gedurende 8 uren en 30 minuten.
Geen ontploffing gedurende de ontlading.

Proef 11.

Lading gedurende 19 uren met 2 ampère.
Daarna blijft de lamp gedurende 2 uren open staan.
Ontlading gedurende 12 uren.
Geen ontploffing tijdens de ontlading.
Na de ontlading blijft de lamp gesloten.
Er kan een ontploffing in verwekt worden 21 uren en 30 min. en 31 uren na het einde van de ontlading. Telkens is het slechts een lichte ontploffing zonder dat de vlam doorheen de schroefdraad naar buiten slaat.

Drie proeven lieten dus toe de vorming van een ontplofbaar mengsel aan te tonen.

Telkens wanneer er en ontploffing kon verwekt worden, gaf het gloeilampje zeer weinig of zelfs geen licht. De ontlading van de accumulator, welke ten andere niet aangepast was bij het verbruik van het gloeilampje, geschiedde in abnormale voorwaarden.

Het is echter niet bewezen dat de mogelijkheid van de vorming van een ontvlambaar mengsel in de draagbare electrische

lampen tijdens de ontlading van de accumulator moet worden uitgesloten.

Maar wat insgelijks van belang is, is te weten of de vonk, welke verwekt wordt bij het aan- en uitschakelen van het gloeilampje door draaiïng van het deksel, het ontplofbaar mengsel kan ontsteken. Welnu, tot op heden konden wij die ontsteking niet verwekken.

Onze opzoekingen zijn niet geëindigd. We zullen ze in 1947 voortzetten, want wij zijn van oordeel dat, gezien de steeds ruimere uitbreiding van het gebruik van draagbare electrische lampen, ze van zeer veel belang zijn voor de veiligheid in onze mijnen.

De mogelijkheid is niet uitgesloten, dat zij zullen aanleiding geven tot een wijziging van onze reglementsvoorschriften betreffende de constructie van draagbare lampen.

Tegen de eventualiteit van een ontploffing in de lamp kan men zich beveiligen, hetzij door de verbinding van de kop met de pot dicht te maken ten opzichte van een waterstofvlam, hetzij door langs geschikte luchtgaten de bestendige ontwijking van het ontplofbaar mengsel te verzekeren.

De eerste oplossing zou leiden tot een zware en te dure constructie, terwijl de tweede aan dit euvel ontsnapt. Zo zou men komen tot een type gelijkend aan de Oldhamlamp, die vroeger reeds beschreven werd en waarvan de batterij steeds in gemeenschap staat met de atmosfeer, wat ten andere voorgeschreven wordt door het Frans reglement voor de hoedlampen.

Wij voegen hieraan toe dat het groot diffusievermogen van waterstof de bestendige verdunning van het knalgas bevordert ; waarschijnlijk komt het daar door dat de ontploffingen in de lampen zich betrekkelijk zelden voordoen.

VI. OPZOEKINGEN BETREFFENDE HET MIJNGASVEILIG ELECTRISCH MATERIEEL

Fluorescentieverlichting.

Op verzoek van de N.V. Philips, hebben wij de mogelijkheid onderzocht deze wijze van verlichting, welke tegenwoordig op grote schaal in de handels- en nijverheidsinrichtingen wordt aangewend, te gebruiken.

Herinneren wij in 't kort het principe.

Bij lage drukking ontwikkelt de electrische ontlading in een met kwikdamp gevulde buis een straling, die rijk is aan ultraviolette stralen. Wanneer deze straling door geschikte stoffen dringt (wolframaten, silicaten, boraten van calcium, zink, glucinium of cadmium), die tegen de binnenwand van de buis bevestigd zijn, ontwikkelt ze, door opwekking, zichtbare stralen welke alleen naar buiten doordringen.

Een oordeelkundige keus van de opgewekte stoffen laat de verwezenlijking toe van een lichtuitstraling volgens een bepaald spectrum.

De voordelen van dit verlichtingssysteem zijn : een gematigde schittering, waardoor de ogen minder vermoeiën, een voordelig lichtrendement, een lange gebruiksduur van de lichtbuis, een grotere sterkte dan die der gloeilampen.

Wat voor ons van belang was, was te onderzoeken of, in geval de buis breekt, de kwikdamp een mijngasatmosfeer kan ontsteken of niet.

Reeds in 1941 hadden wij een Philorabuis T-L 100 onderzocht ; we hadden er echter ongunstige uitslagen mede bekomen (1).

In 1946 heeft de N.V. « Philips » ons twee andere typen van buizen aangeboden, de ene van 500 mm lengte, de andere van 270 mm. Wij hebben ze in mijngas gebroken zonder de ontvlamming er van te verwekken.

De buis van 370 mm, welke, om reden van haar kortere lengte en van haar eenvoudigheid zonder bijzondere moeilijkheid voor de ondergrondse verlichting zou kunnen gebruikt worden, werkt volgens de aanduidingen van schets figuur 19.

De kwikdampbuis T_u is door de twee kathoden C verbonden met de klemmen van een autotransformator T_r, waarop een wisselspanning van 125 volt wordt toegepast. In parallel met de buis is een bi-metaalplaatje B geschakeld, dat in een peertje met neon geplaatst is nabij een gloeidraadje F, waardoor gans de

(1) Zie Jaarverslag over de werkzaamheden in 1941, Annalen der Mijnen van België, boekdeel XLIII, 1942, bladzijden 74 en volgende.

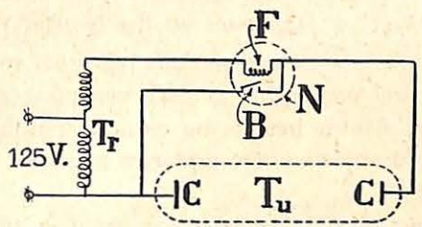


Fig. 19.

stroom die door de autotransformator geleverd wrodt gaat. Het plaatje sluit de kring wanneer het peertje met neon koud is.

Wanneer de autotransformator onder spanning gebracht wordt, verwarmt de stroom die door het gloeidraadje gaat het gas in het peertje, waardoor het bimetaalplaatje de stroomkring onderbreekt. De onderbreking van deze shunt van de kwikdampbuis verwekt door zelfinductie een verhoogde spanning. Deze leidt tussen de kathoden de ontlading in, welke zich handhaaft in de kwikdamp, bron der ultraviolette stralen.

In dienst blijft het bimetaalplaatje in de open stand ter oorzake van de verwarming door het gloeidraadje ; wordt de kwikdampbuis gebroken dan verdwijnt de stroom in het gloeidraadje en sluit het plaatje de stroomketen.

In alle omstandigheden blijven de kathoden koud. Er wordt om deze reden geen ontvlamming verwekt, wanneer de kwikdampbuis in een mijngasatmosfeer gebroken wordt.

De buis, welke wij in 1941 onderzochten, had integendeel warme kathoden, bestaande uit gloeidraadjes die, door de werking van het neonrelais een versterkte stroom ontvingen zodra de buis brak. Een minuut later was de temperatuur van de kathode voldoende om de mijngasontploffing te verwekken.

De in 1946 onderzochte buizen zijn dus, wat de veiligheid betreft, beter dan de gloeidraadlampen waarvan het breken in een mijngasatmosfeer altijd gevaar biedt.

VII. DE STRIJD TEGEN HET STOF

(Van het standpunt uit der hygiene.)

Het beste middel om de mijnwerkers tegen het stof te beschermen bestaat zeker niet in het gebruik van maskers. Veel doelmatiger immers zijn de besproeïng en de inspuiting in de laag, waarbij de stofdeeltjes worden getroffen nog vóór dat zij opgejaagd worden.

Dit neemt niet weg dat er nochtans gevallen zijn, waarin de enige aanwendbare bescherming bestaat in het onttrekken van de ademhalingsorganen aan het fijn stof, hetzij door de ingeademde lucht te filtreren, hetzij door de schadelijke lucht door verse zonder stof te verdringen ; de maskers met een filter en deze met geblazen lucht beantwoorden aan dit doel.

In de loop van het jaar 1946 heeft het Nationaal Mijninstituut vier maskers van de eerste soort en een van de tweede onderzocht.

Deze studie maakt het voorwerp uit van een mededeling van de Heer Eerstaanwezende Ingenieur Brison, welke als bijlage bij dit verslag gepubliceerd wordt (Bijlage I).

VIII. DIVERS EN ELECTRISCH TUIG IN 1946 ONDERZOCHT

Behalve de reeds vroeger vermelde toestellen, hebben wij in 1946, onderzocht :

a) 10 electrische toestellen te weten : 2 motoren, 1 transformator, 2 bedieningskoffertjes, 1 telefoon, 1 ratelschel, 1 verlichtingsdynamo voor Diesellocomotief en 1 pneumoëlectrische lamp ;

b) twee typen van soepele persluchtslangen welke de electrostatische ladingen naar de aarde afleiden, wat mogelijk gemaakt wordt door geleidende stoffen in de rubber te verwerken ;

c) een koppeling voor persluchtleidingen met grote doorsnede, voor doel hebbend het losschieten van buizen met groot debiet tegen te werken daar zulks reeds zware persoonsongevallen veroorzaakte ;

d) een turboventilator ;

e) een Diesellocomotief.

Bijlage IV geeft de lijst van de verschillende toestellen en tuigen, welke in 1946 door het Mijnwezen, op voorstel van het Nationaal Mijninstituut, voor het gebruik in de kolenmijnen werden toegelaten.

IX. WERKZAAMHEDEN VAN HET SCHEIKUNDIG LABORATORIUM VAN DE DIENST VOOR MIJNVEILIGHEID

In de loop van het jaar 1946, deed het scheikundig laboratorium van de Dienst voor Mijnveiligheid de ontleding van :

8 monsters van springstoffen ;
4 monsters van grondstoffen voor veiligheidshulzen ;
5 monsters van lampolie ;
2 monsters van water, waarvan de ontleding gevraagd werd door de Aardkundige Dienst ;
32 monsters van steenkolen ;
83 monsters van geneutraliseerd kolenstof ;
3 monsters van het uitlaatgas van een Diesellocomotief ;
147 monsters van mijngaslucht, welke genomen werden om een bijzondere opsporing te doen, op verzoek van dhr Hoppe, Hoofdingenieur-Directeur van het 1e Mijnarrondissement ;
524 monsters van mijngaslucht, welke genomen werden door de Rijksmijningenieurs, in uitvoering van de circulaire nr 13B/5147 van 29-1-1939.

Hetzelfde laboratorium heeft ook nog een methode uitgewerkt om het vocht in de springstoffen te doseren.

Deze methode bestaat er in het vocht door de warmte te verdrijven uit een oplossing van springstof in kristalliseerbaar benzol met een kookpunt van 80 tot 82° C. In het condensaat scheidt het water zich af van het benzol door dichtheidsverschil ; volumetrisch wordt de hoeveelheid water bepaald.

Dit werk wordt behandeld in een bij dit verslag gevoegde mededeling (bijlage III) van de hand van dhr G. Nenquin, scheikundige verbonden aan het Instituut.

X. LABORATORIUM VOOR WETENSCHAPPELIJKE NAVORSINGEN

Opzoekingen betreffende de verbranding van methaan.

Sedert 1938 komt de studie van de verbranding van methaan voor op het programma der wetenschappelijke navorsingen van het Nationaal Mijninstituut (1).

De grondige kennis van dit verschijnsel en van de factoren, die er het verloop van bepalen, is, inderdaad, van kapitaal belang voor de onderzoekers, die gelast zijn de maatregelen te bestuderen die de arbeidsveiligheid in de mijngashoudende mijnen moeten verzekeren.

In de loop van het jaar 1946 werd met het onderzoek van vier vragen begonnen. Daar sommige ervan niet konden worden opgeklaard, zullen ze in de loop der volgende jaren opnieuw bestudeerd worden.

Hier volgt een bondig overzicht van de huidige stand dezer opzoekingen.

a) Studie van de lichgevoeliggemaakte verbranding van methaan.

Herinneren wij dat het ketenmechanisme van de verbranding van methaan voorgesteld door dhr Van Tiggelen steunde op de tussenkomst van voortplantingscentra waarvan de voornaamste CH3 en OH zouden zijn.

(1) Wat op dit gebied door het Instituut werd gedaan werd beschreven in mededelingen, die als bijlage gevoegd waren bij de in de Annalen der Mijnen van België gepubliceerde jaarverslagen.

We vermelden in chronilogische orde :

1. Contribution à l'étude spectroscopique du mécanisme de la combustion de méthane, L. Coppens, A. M. B., Boekdeel XLII, jaargang 1940, blz. 177.

2. L'oxydation du méthane phostosensibilisé par l'acétone, Ad. Van Tiggelen, A. M. B., Boekdeel, XLIII, jaargang 1942, bl. 117.

3. Mededeling over de interpretatie van het absorptiespectrum in het ultraviolet van een mengsel 2 $CH_4 + O_2$ aan de langzame verbranding onderworpen, Ad. Tiggelen, A. M. B., Boekdeel XLV, jaargang 1944, bl. 41.

4. Lichtgevoeligmaking en doving der verbranding van methaan, Ad. Van Tiggelen, A. M. B., Boekdeel XLVI, jaargang 1945-1946, bl. 365.

In de loop der jaren 1940-1944 werd de proef geleverd dat de CH3-kern een actieven rol vervulde ; er bleef na te gaan of zulks ook het geval was met de OH-kern.

De opheldering van dit punt stond op het programma voor 1946.

Door photochemische splitsing van ammoniak hebben wij de OH-radikalen bereid :

$$NH_3 + h\nu = NH_2 + H$$
$$H + O_2 \rightarrow OH$$

Door een mengsel van CO2 + H2, dat een weinig ammoniak inhoudt, te bestralen, hebben wij inderdaad de oxydatie van methaan waargenomen vanaf 300° C (1).

Deze vaststelling liet echter niet toe met zekerheid te besluiten dat de OH-radikaal in de reactie tussenkomt.

Men kan immers ook veronderstellen dat de CH3-radikaal als volgt gevormd wordt :

$$CH_4 + NH_2 = NH_3 + CH_3$$

Wij hoopten deze onzekerheid te kunnen doen verdwijnen door de kinetische studie van de reactie, m.a.w. door de oxydatiesnelheid te bepalen in functie van de temperatuur en van de concentraties.

Daar echter de waargenomen snelheidsveranderingen ongeveer van dezelfde grootte zijn als de proefondervindelijke fouten, was het ons niet mogelijk juist uit te maken welke respectief de actie der radiklaen CH3 en OH was.

Wij zijn nochtans van plan deze studie later te hervatten en daarbij andere photochemische sensibilisatoren aan te wenden zoals ceteen en diazomethaan.

b) Studie der dovers.

Daarna hebben wij het vraagstuk der doving door methylbromide en -chloride aangevat. Reeds in de loop van 1943 werd er vastgesteld dat methyljodide de door aceton lichtgevoeligge-

(1) Laten wij er op wijzen dat, bij afwezigheid van een voortplantingscentrum, methaan slechts oxydeert van af ongeveer 380° C.

maakte verbranding van methaan tegenhield. Onze proefnemingen hebben aangetoond dat noch methylbromide, noch methylchloride de dovende werking van het homologe jodide bezaten.

Dit blijkt uit onze vaststellingen in de loop van de 19 verbrandingsproeven, die wij onder bestraling met ultraviolette stralen, deden, de ene zonder, de andere met een dover.

Hier volgen de uitslagen van drie dezer proeven.

In volkomen vergelijkbare voorwaarden, wat de temperatuur (288° C) en de concentratie van methaan en zuurstof betreft, hebben wij de verbranding waargenomen van :

0,38 cm3 zonder dover ;

1,39 cm3 met methylchloride en

4,37 cm3 met methylbromide.

c) Studie van de trage verbanding door warmte.

Vervolgens hebben wij de trage verbranding door zuiver thermisch effect, m.a.w. zonder aanwending van een gevoeligmaker onderzocht.

Tengevolge van het gebrek aan herhaling, dat waarschijnlijk aan de wanden te wijten is, vergen de kinetische wetten van deze reactie nog herziening.

We zijn deze studie begonnen erbij gans bijzondere voorzorgen nemend in zake de behandeling der wanden en de uitvoering der proeven.

Tot nu toe hebben wij vastgesteld, dat de trage verbranding bij 380° C begint en dat ze wordt voorafgegaan door een nogal lange inductieperiode, die functie is van de staat van de wanden en van de temperatuur. Men noemt « inductieperiode » de phase van uiterst trage oxydering die de snellere verbranding voorafgaat.

Om tot de verbeelding te spreken, zeggen wij dat bij de temperatuur van 380° C er drie uren nodig zijn (inductieperiode) om nauwelijks 1 t. h. methaan te oxyderen en 1½ uur (tijd der halve reactie) om verder 49 t. h. te verbranden.

Vervolgens hebben wij vastgesteld dat de inductieperiode onafhankelijk is van de aanwezigheid van niet blijvende lichamen zoals de vrije radicalen.

In een reeks proefnemingen werden er vier cellen in pyrex op de temperatuur van 392° C gehouden, twee bestendig, twee met onderbrekingen van 15 minuten gedurende dewelke zij tot op de temperatuur van het laboratorium werden afgekoeld.

Voor een zelfde totale verwarmingstijd, hetzij 4½ uren, is de inductieperiode voor de 4 beproefde mengsels dezelfde gebleven.

Welnu, bij de gewone temperatuur is de concentratie der vrije radicalen nul.

Deze nogal verwarrende vaststellingen zijn van aard de tussenkomst van de ketenreacties te doen betwijfelen, althans gedurende de inductieperiode.

d) Ontvlamming van methaan in een geïoniseerd midden.

Onder de factoren, die een rol schijnen te kunnen spelen bij de ontvlamming, is er ene, waarop onze aandacht in de laatste tijd getrokken werd : de electrische toestand van de ondergrondse lucht.

Alhoewel de lucht normaal als een isolator voorkomt, kan zij, in zekere omstandigheden, een zeer kleine, doch meetbare geleidbaarheid vertonen.

Dit verschijnsel, ionisatie genoemd, zou zijn oorsprong vinden volgens de moderne physische theoriën, in de afsplitsing van electronen van de gasmoleculen, welke alzo positief electrisch geladen worden, terwijl de vrijgemaakte electronen zich op eerst ongeladen moleculen vestigen en deze een negatieve lading mededelen.

Wat de inleiding van dit verschijnsel betreft, namelijk de afsplitsing van electronen, deze wordt toegeschreven, wat de lucht der mijnen betreft, aan radioactieve uitstralingen van de gesteenten.

We weten niet in hoever dit juist is, maar in alle geval blijkt het uit onbetwisbare metingen dat de atmosfeer in de ondergrond meer geioniseerd is dan de lucht aan de oppervlakte.

Twee Duitse onderzoekers, Rossiger en Funder, hebben eertijds, in een metaalmijn in Clausthal met een draadelectrometer,

de electrische ladingen bepaald die de lucht, hetzij in rust, hetzij in beweging, draagt (1).

In het eerste geval waren de concentraties 4.000 positieve ionen en 8.000 negatieve per cm3 ; in het tweede geval bereikte ze respectief 12.000 en 18.000.

De onderzoekers laten opmerken dat deze waarden maxima zijn die beantwoorden aan de laagste hygrometrische graad.

Aan de oppervlakte was de gemiddelde ionendichtheid 700 per cm3.

De vergelijking van dit cijfer met de vorige laat uitschijnen in welke aanzienlijke mate de electrische lading van de luchtstroom, die het ondergrondsbedrijf verlucht, aangroeit.

Dit feit werd onlangs bevestigd door metingen, die in een mijn van het Luikerbekken op initiatief van het Instituut voor Mijnhygiene gedaan werden.

Dit onderzoek is nog in zijn beginstadium, maar volgens inlichtingen die wij danken aan dhr R. Bidlot, Hoogleraar aan de Universiteit te Luik en Directeur van het Instituut voor Mijnhygiene, zou de ionisatie van de lucht in de ondergrond 3,3 maal groter zijn dan de oppervlakte.

Deze vaststellingen brachten ons er toe door proeven na te gaan of de reageerbaarheid van methaan door de ionisatie der lucht gewijzigd wordt of niet.

Te dien einde hebben wij voorgenomen de ontvlammingstemperatuur en de ontvlammingsvertraging te bepalen van normale en van geïoniseerde luchtmethaanmengsels, als ionisatiemiddel hierbij aanwendend de radon of radiumstralingen.

Daar dit product ons ontbrak, hebben wij de hulp ingeroepen van dhr W. Mund, Hoogleraar in de Physico-chemie aan de Universiteit, te Leuven. Deze was zo vriendelijk zelfs zijn persoonlijk laboratorium te onzer beschikking te stellen.

Wij houden er aan dhr Mund hier eerbiedig te bedanken.

Dhr M. Vanpée, doctor in de Wetenschappen, verbonden aan

(1) Zie Glückauf, 15 September 1934, bl. 850.

het Instituut, werd met de uitvoering van dit werk belast. Bijlage II geeft er een uitgebreid relaas van.

Zoals men zal vaststellen worden de ontvlammingsvertraging en de ontvlammingstemperatuur slechts onbeduidend beïnvloed door de aanwezigheid van radon, althans bij temperaturen van minder dan 700° C.

MÉMOIRE

Quelques actualités des Houillères américaines

PAR

Lucien DENOËL

Inspecteur Général honoraire des Mines,

Professeur émérite de l'Université

AVANT-PROPOS

Un des phénomènes les plus bizarres de notre époque est, sans conteste, la pénurie de combustibles que l'on constate même dans les pays producteurs, où les réserves naturelles sont abondantes et où les moyens de production existent et ont été remarquablement perfectionnés pendant les années de guerre et encore après. Nous assistons à ce que l'on est convenu d'appeler la « bataille du charbon ». Ces mots n'évoquent plus, comme jadis, l'idée d'une lutte entre producteurs rivaux pour s'assurer les marchés et les préférences des consommateurs. La grande pitié de ceux-ci les rend accueillants à l'extrême; ils attendent avec impatience la fin des restrictions qui leur sont imposées. C'est la production mondiale qui est en défaut et là gît la cause du malaise général. Les courants d'échange qui établissaient l'équilibre entre les ressources et les besoins à travers les mers et les continents sont arrêtés, ou fortement ralentis. Les pertes en matériel et la désorganisation des industries de transport en sont responsables dans une certaine mesure, mais beaucoup moins que l'absence de matières transportables. Des pays d'Europe qui étaient en 1939 largement exportateurs de houille, la plupart ne peuvent même plus se suffire à eux-mêmes. C'est un fait sur lequel on a largement épilogué dans tous les milieux et sur le-

quel il est inutile d'insister. Tous les efforts sont tendus vers un seul but : accroître la production des houillères.

Pour extraire le plus possible d'un gisement, il faut de la main-d'œuvre, du matériel et une organisation appropriés. Le problème le plus angoissant est celui du recrutement du personnel. Le métier de mineur n'a plus d'attraits, il y a trop peu d'ouvriers à l'embauche et l'éducation professionnelle est lente. La question n'est pas nouvelle; elle s'est posée depuis une quarantaines d'années et d'une façon plus urgente à certaines périodes, par suite notamment de la réduction de la durée de la journée de travail. Pour compenser le manque de bras, on a recours à la motorisation et à la rationalisation des méthodes de travail. Les progrès dans cette voie ont été continus et stimulés par la hausse des salaires et la nécessité de produire non seulement beaucoup, mais à bas prix. Il en est résulté un accroissement sensible du rendement par ouvrier-poste jusqu'en 1939. Après une stagnation et même une régression pendant les années de guerre, nous assistons à une poussée intense vers l'emploi de moteurs plus puissants et plus multipliés dans les travaux souterrains. Toute la presse technique abonde en descriptions de machines d'abatage, de chargement et de transports et en discussions sur leur mode d'emploi. Des missions d'études ont été envoyées d'un pays houiller à l'autre et des échanges de vues se sont produits entre les ingénieurs les plus compétents de chaque côté. (*)

L'attention s'est portée tout particulièrement sur les houillères du Nouveau-Monde, parce que leur situation contraste violemment avec celles des pays d'Europe. La production s'y est élevée pendant chacune des deux guerres mondiales jusqu'à 650 millions de tonnes; elle a été, en 1946, de 592 tonnes et comme la consommation dans les périodes normales est de 480 millions, il reste un contingent notable pour l'exportation. On estime qu'en 1947 la production sera sensiblement équivalente. L'effet utile par ouvrier-jour qui était de 3,5 tonnes en 1919, est actuellement de 5 tonnes. Est-ce à dire que tout est pour le mieux dans le monde le plus prospère ? Nullement, il y a aux Etats-Unis

(*) Cf. Power Loading in Coal Mines, par le prof. Statham, Colliery Engineering 1944. — Rapports Dupret 1945 et Georges 1946 dans les Annales des Mines et Carburants. — P. Pauc, Revue de l'Industrie Minérale, février 1947. — J. Venter, R. U. M., 1947.

une question du charbon, et elle préoccupe non seulement les producteurs, mais aussi l'opinion publique et les autorités; elle a trait à la main-d'œuvre, au prix de revient, à la vente et aux débouchés, sans négliger la sécurité ni la salubrité des mines. Le but des présentes notices est de donner un aperçu de la manière dont ces problèmes se posent pour les Américains eux-mêmes et des solutions qu'ils présentent. Nous n'entrerons pas dans des longs commentaires, mais nous croyons que les intéressés trouveront dans cette matière, à côté de principes généraux bien connus, un certain nombre de considérations qui permettent des rapprochements utiles et des enseignements.

APERÇU GENERAL

En abordant cette lecture, il importe de se mettre dans le milieu et d'en rappeler brièvement les caractéristiques.

Réserves abondantes, réparties en anthracites et en bitumineux. Conditions nettement différentes pour chaque catégorie.

Bassin des anthracites localisé dans la région N.-E. de la Pensyalvanie, fortement plissé, plateures et dressants, nombreuses veines de 0,60 m. à 4 m. d'épaisseur; une couche épaisse (Mammouth 8 m.). Aménagement général en partie par puits, en partie par galeries à flanc de coteau. Certaines mines profondes, grisou et venues d'eau. Charbon dur, bons terrains. Installations de surface importantes, triages et lavoirs. Production limitée par la consommation, les seuls débouchés étant les foyers domestiques et le chauffage central.

Charbons bitumineux en de très nombreux bassins, dans toute l'étendue du territoire. Exploitation centrée sur le bassin des Apalaches et progressant lentement vers l'Ouest. Partout, stratification horizontale ou peu inclinée, grande régularité, peu de failles, charbon dur, bons terrains, pas ou peu de grisou. Aménagement général par galeries à flanc de coteau, puits exceptionnels et peu profonds. Production provient en majeure partie de la veine de Pittsburg : 1,80 m. à 2 m. de puissance; accessoirement d'autres veines de 0,90 m. à 1,20 m.; on prend rarement plus de deux veines par mine. Installations de surface sommaires.

La méthode d'exploitation est universellement celle des chambres et piliers, comportant un premier traçage à larges mail-

les par de multiples voies de transport et d'aérage qui découpent le gisement en paneaux ou districts. Ceux-ci sont découpés ensuite en piliers longs que l'on reprend, en tout ou en partie, et en rabattant. L'abandon de piliers, qui était la règle il y a un siècle, est encore adopté dans certains cas, soit pour la protection de la surface, soit parce qu'en réalité, c'est la méthode qui donne le plus grand effet utile par ouvrier et que ce point de vue domine celui du gaspillage. Cependant, le dépilage en retour suivi du foudroyage du toit est prépondérant. On connaît les objections que soulève cette méthode dans les veines minces, inclinées ou grisouteuses. Elles n'ont pas arrêté les exploitants américains. On juge l'arbe à ses fruits et les résultats tangibles, productivité, rendement, montrent à la fois la souplesse de la méthode, l'esprit de suite et les initiatives hardies de ceux qui l'emploient.

Un observateur qui a visité les bassins houillers américains il y a 25 ans et qui contemple la situation actuelle, est frappé à la fois de l'immuabilité de l'organisation générale et du progrès dans les détails d'exécution. C'est la conséquence logique de quelques principes fondamentaux en honneur dans toute l'industrie et même dans la vie ordinaire : standardisation des méthodes et du matériel, suppression de l'effort humain, mécanisation du travail jusque dans les opérations accessoires. Les progrès réalisés dans l'industrie mécanique et tout spécialement les applications de l'électricité ont pénétré progressivement tout l'équipement des mines de houille.

QUESTION OUVRIERE

La raison majeure pour laquelle les Etats-Unis ont dévancé dans cette voie tous les autres pays, ce fut d'abord la nécessité de produire pour satisfaire aux besoins d'une population croissante et d'un essor industriel rapide. Partie de 100 millions de tonnes en 1890, la production de houille devait quintupler en 20 ans. On s'imagine sans peine la difficulté de recruter un personnel suffisant pour desservir les nouvelles mines ouvertes de tous côtés et dans des régions plus ou moins écartées. Le nombre des mineurs a monté dans la proportion de 1 : 3, atteignant son maximum de 844.000 en 1923 : main-d'œuvre hétéroclite, de qualité moyenne médiocre, nomade et indisciplinée. L'absentéisme et les grèves réduisent considérablement le nombre de jours de travail effectif et la production annuelle par tête d'ouvrier. Comme il y a en outre des chômages saisonniers par suite des conditions climatériques, manque de wagons ou de bateaux, on dépasse rarement 220 jours et 1.000 tonnes, et on est descendu jusqu'à 140 jours dans les années de grève générale de longue durée. En 1933, au plus fort de la grande crise économique, la production était retombée à 310 millions, soit 710 tonnes individuelles dans les bitumineux et à 115 jours de travail et 300 T. dans les anthracites. Depuis 1922, l'effectif des mineurs a été en décroissant et il doit être actuellement de 480.000 hommes. Il résulte de la comparaison des chiffres que si la production parvient à se maintenir en valeur absolue, c'est uniquement grâce à l'augmentation du rendement par ouvrier-poste qui a marché de pair avec le développement du machinisme.

Un fait à noter : le rendement de 5,2 T. en 1940 s'est maintenu et a même légèrement progressé jusqu'à 5,5 T. dans les années de guerre. Dans les anthracites, on est arrivé à 3 T. par ouvrier-poste. Une sage politique a maintenu au travail les machinistes et autres ouvriers qualifiés pour la production, a garanti une priorité aux fournitures nécessaires à l'équipement et à l'entretien et non sans quelques mesures de coërcition et des réquisitions, elle a rétabli la journée de 9 heures et les 6 jours par semaine. C'est ainsi qu'on a atteint les chiffres records de 280 jours de travail, avec une production annuelle par homme de 1.500 T. dans les charbons bitumineux et de 730 T. dans les anthracites. La qualité du personnel aussi a changé; p. ex. : l'âge moyen des ouvriers mineurs qui était de 32 ans en 1939, s'est élevé à 40 ans. L'absence de personnel jeune a été particulièrement ressentie dans les mines à forte extraction. Ce n'est pas sans un certain déchet que la démobilisation a ramené les anciens effectifs. On constate aussi que les postes de machinistes, de haveuses et de chargeuses sont les plus demandés et que le recrutement est devenu beaucoup plus difficile en ce qui concerne les autres travaux : boisage, entretien des voies et du matériel, etc. En résumé, il n'y a plus pénurie de bras, mais il faut assurer l'avenir par des encouragements aux jeunes, par l'apprentissage et la spécialisation. Enfin se pose la questions de conflits entre patrons et ouvriers. A côté des grèves locales et de peu de durée,

les offensives de grand style de l'Union fédérale des mineurs. présidée par Lewis, ont eu à diverses reprises un énorme retentissement; elles ont occasionné deux chômages de 4 à 5 mois et des diminutions de production allant jusqu'à 79 %. Les interventions et accords qui en sont résultés ont été dans l'ensemble favorables aux mineurs. De la journée de 9 heures, on est passé à 7 heures et aux 35 heures par semaine; les salaires ont monté par paliers (voir tableau n° I), et en dernier lieu en 1945, en même temps que d'autres revendications de détail étaient consenties par la convention Krug-Lewis. Cela n'a pas empêché un nouveau mouvement en avril et en novembre 1946. Les revendications avaient pour objectif la journée de 6 heures et 30 heures par semaine, une nouvelle augmentation des salaires, double paie des dimanches et des congés payés, l'amélioration des conditions du travail et du confort des ouvriers. Cette fois, la réaction fut vive. La pénurie de charbon à l'entrée de l'hiver, l'allure agressive de l'Union des mineurs rompant brusquement les accords précédents, ont indisposé fortement l'opinion publique. La presse quotidienne et les discours des personnages notables, tels que certains membres du Congrès, ont jugé sévèrement et l'Union et le gouvernement qui a poussé à l'extrême l'esprit de conciliation dans ses interventions. On a réclamé des mesures de protection législatives contre les abus du droit de grève. Un jugement a consacré le principe de la responsabilité des chefs par la condamnation pénale de Lewis. D'autre part, des Commissions officielles ont été créées pour enquêter sur les conditions d'hygiène et de salubrité des mines. Les salaires de base ont été fixés à 64 dollars par semaine, soit une augmentation de 20 %. Après cette crise, on a pu écrire que c'était la première fois que les patrons sortaient d'un conflit sans avoir été honnis par l'opinion publique et les gouvernants et que, de leur côté, les ouvriers n'en étaient pas aigris. Depuis lors, le vent souffle à l'apaisement. L'appel à la bonne entente, à la collaboration des exploitants, des mineurs et de leurs Unions, est devenu le thème des articles de presse, des conférences des associations et de tracts destinés aux ouvriers. Un referendum, organisé par la revue « Coal Age » dans les bassins de mitumineux, a révélé qu'en général les dispositions des mineurs ne sont pas belliqueuses. Entr'autres réponses, notons que 60 % estiment qu'il y a eu trop d'ordres de

grèves depuis 5 ans; 74 % sont partisans de l'arbitrage dans l'éventualité de nouveaux conflits; 79 % estiment qu'ils sont bien traités par leurs directeurs. Cependant, il reste encore un fond de préventions et de méconnaissance des difficultés réelles de l'industrie minière, et il faut s'attacher à éclairer les ouvriers par des conférences, des réunions amicales et des tracts à leur portée. (*)

PRIX DE REVIENT — MARCHE DU CHARBON

A ces considérations sur la question ouvrière, nécessaires pour expliquer les progrès du machinisme et la tendance persistante à les amplifier, il faut joindre la question du prix de revient et du bénéfice de l'exploitation. Il est bien évident que les avantages consentis aux ouvriers ont leur répercussion directe : 1) sur les frais de production dont les salaires sont encore la partie prépondérante, 2) sur les prix de vente, puisqu'il faut une certaine marge de bénéfice pour que l'industrie soit viable. Dans les contrats ou conventions, on a toujours eu tendance à promouvoir avant tout le bien de l'ouvrier, alors qu'en saine logique, on doit avoir égard en même temps au bien des patrons et à celui des consommateurs. Tous les trois sont solidaires. Si le prix du charbon ne suit pas la hausse des salaires, les mines devront fermer. Si le prix est trop élevé, le consommateur s'en détourne et s'adresse à d'autres sources d'énergie, ou bien lui-même doit cesser son activité. D'une façon comme de l'autre, c'est le chômage. En Amérique, les prix de vente ont toujours été instables et soumis à d'excessives fluctuations suivant la demande. Ils sont actuellement très élevés et cela favorise la concurrence des autres combustibles, qui sont le pétrole et le gaz naturel. On sait l'énorme effort qu'ont fait les producteurs bien avant et pendant les années de guerre. De 1912 à 1946, tandis que la production d'anthracite tombait de 30 % et que celle des charbons bitumineux n'augmentait que de 20 %, celle du pétrole a passé de 1 à 8 et celle du gaz naturel de 1 à 7. Les prix de revient aux puits ne comportent que 17% de salaires et en sont donc bien moins influencés que ceux du charbon. Les prix de vente ont diminué

(*) Coal Age, juillet 1946, donne un très intéressant spécimen de cette littérature.

de 3 à 7 % depuis 1945 et les compagnies pétrolifères intensifient leur action pour conquérir le marché en installant de nouveaux réseaux. Les grandes facilités que procurent le gaz et l'huile pour les usages domestiques et l'incertitude des livraisons de charbon pendant les grèves, ont largement contribué à déplacer la clientèle. Les anthracites ont notablement pâti de cette concurrence. Les chemins de fer remplacent leurs locomotives à vapeur par des moteurs Diesel; on en compte actuellement 3.500, soit 1/12 du nombre total, et leur consommation représente une perte annuelle de 10 millions de tonnes de charbon, soit la production de 7.000 mineurs. Pour se défendre, l'industrie houillère doit améliorer la qualité des produits vendables et encourager toutes les recherches tendant à un meilleur rendement des foyers et à de nouvelles utilisations. Il faut surtout chercher à diminuer le prix de revient. Aux augmentations de salaire doivent correspondre les accroissements du rendement de l'ouvrier. Il s'en faut de beaucoup que ces variations soient dans le même rapport, malgré les améliorations apportées à l'équipement et à l'organisation du travail. Enfin, si l'on porte ses regards vers l'avenir, les conditions naturelles du gisement seront moins avantageuses. La couche de Pittsburg, qui a elle seule assure une grande partie de l'extraction, est fortement entamée et on doit exploiter d'autres veines moins puissantes et moins pures. Pour toutes ces raisons, les techniciens américains s'emploient à développer encore la motorisation et à l'étendre à de nouveaux services.

EVOLUTION DU MACHINISME ET DES METHODES

Les statistiques les plus récentes donnent une idée des progrès qui ont été réalisés. En se rapportant aux périodes précédentes, on constate que l'évolution s'est opérée par phases bien distinctes. Dans une première période, on s'est attaché uniquement à l'abatage et au transport en galerie. C'est en 1887 qu'on a proposé la première foreuse et la première locomotive; en 1900, ces engins commencent à prendre leur essor. Le pourcentage de l'extraction totale obtenu par les haveuses était de 56 % en 1917, il est actuellement de 99 %. Cette progression est due en ordre principal à l'accroissement de puissance des machines et à un meilleur coefficient d'utilisation. C'est ce que démontrent les chiffres suivants :

1917 . . . 17.255 machines et 17.800 T. par machine et par an.
1943 . . . 11.656 machines et 39.500 T. par machine et par an.

Dans ces dernières années sont apparues les haveuses universelles, et les haveuses chargeuses, montées sur trucks ou automobiles, adaptées les unes aux galeries de traçage et aux chambres étroites, les autres aux larges fronts. Le curage automatique des haveries est préconisé non seulement pour les machines neuves, mais aussi pour améliorer les machines en service, il est réalisé par des «bugdusters»; il supprime un pelleteur et accroît l'effet utile de la machine de 10 %. Le charbon havé est en général abattu ensuite à l'explosif. Le forage des trous suit immédiatement le havage et s'opère à l'aide de perforatrices électriques légères. Il y avait en 1943, 8.930 foreuses électriques et seulement 1.630 d'autres systèmes, celles-ci employées exclusivement dans les travaux au rocher.

Ces indications ne concernent que le charbon bitumineux; dans les anthracites, le minage en veine est la règle et le havage mécanique l'exception (2 %, pas de changement notable depuis 30 ans).

Le transport en galerie a été intensifié au fur et à mesure, pour suivre l'abatage. Les locomotives électriques à troley n'ont pas tardé à supplanter tous les autres systèmes dans les galeries principales; leur puissance unitaire, comme la capacité des wagonnets, n'a fait qu'augmenter. (*) Le poids moyen des grosses locomotives est de 12 T., celui des locomotives de manœuvre est de 5 à 8 T. Celles-ci font en partie le service des chambres; les unes sont alimentées par batterie d'accumulateurs, les autres par le courant de ligne au moyen de câbles enroulés sur un dévidoir. Dans les veines inclinées, on a d'abord installé des transports par treuils et câbles, puis successivement les scrapers et les convoyeurs à raclettes, à couloirs oscillants et à courroie, qui se sont rapidement développés, surtout à partir de 1920. Vers 1929, on a introduit les camions automobiles montés sur

(*) Le chariot standard de 3 T. en 1920 est actuellement remplacé par des wagons de 8 T. et même de 15 T. Le type de locomotive le plus récent a un poids de 25 T., 4 moteurs indépendants de 48 HP. de puissance totale ; il remorque une charge totale de 800 T. à la vitesse de 18 Km/h. et le train vide à la vitesse de 25 Km/h. (Coal Age, février 1947). Les locomotives Diesel sont inexistantes, mais elles sont à l'étude.

roues en caoutchoucs et les voies sans rails. En 1935, une mine a été pour la première fois équipée complètement pour le transport du charbon par convoyeur à courroies jusqu'à la surface. Il y en a actuellement quelques-unes, mais l'extraction ainsi réalisée est à peine de 1 %. Le système est préconisé pour les vallées et les voies en pente trop forte pour le roulage par locomotive. On met en série des bandes dont la longueur moyenne atteint actuellement 250 m., contre 210 en 1939. On en a commandé 683 nouvelles en 1946.

Le chargement des wagons à la pelle était encore général en 1920 et cette besogne, la moins intelligente de toutes, occupait un personnel très nombreux. C'est donc de ce côté qu'il fallait porter l'effort pour obtenir un nouvel accroissement d'effet utile. On a débuté dans les veines minces en combinant les convoyeurs avec des sauterelles ou des chaînes à raclettes pour charger les chariots et l'on est arrivé à des rendements et des prix de revient comparables à ceux des grandes couches. Les chargeuses mobiles ont rendu l'avantage à celles-ci. Les progrès ont été très lents de 1924 à 1936 (% de la production chargé mécaniquement : 2 à 12 %), parce que la crise économique n'incitait pas à une production intensive, mais le mouvement s'est accéléré rapidement et régulièrement et actuellement, 52 % des bitumineux et 32 % de l'extraction de l'anthracite sont chargés mécaniquement. L'année 1946 a été particulièrement active sous ce rapport (voir tableau n° V). Les appareils les plus en vogue sont, suivant l'ouverture des veines, les chargeuses et les « duck bills » (couloirs oscillants avec bec de canard articulé, déblayant un front d'une certaine largeur). Quant aux résultats, il suffit de constater que le rendement par homme est resté stationnaire de 1925 à 1935 et a pris ensuite une marche nettement ascensionnelle.

Tout ce matériel, et la force motrice correspondante, est extrêmement coûteux et exige des investissements estimés à 10.000 dollars par tête d'ouvrier. En conséquence, il doit produire beaucoup et d'une façon continue; ce qui exige évidemment de la bonne volonté et de l'application de la part des ouvriers, en même temps qu'une organisation du travail qui réduise au minimum les déplacements et les temps morts.

La méthode d'exploitation par chambres et piliers est celle

qui permet de tirer le meilleur parti du machinisme. Quand les convoyeurs ont été bien mis au point, on a fait quelques tentatives d'exploitation par longue taille, en prenant pour front toute la largeur d'un panneau (80 à 100 m.). On n'a pas persévéré. Une des raisons de cet échec réside dans les habitudes des ouvriers et leur absentéisme; une autre, dans le surcroît de précautions qu'impose le foudroyage. La méthode traditionnelle assure la primauté des deux opérations fondamentales : l'abatage et le transport, et sous ce rapport, elle bénéficie largement de la grande rapidité des avancements. En galerie, on peut avancer de 8 m. à 12 m. par jour en 3 postes. A cette allure, l'aménagement général est réalisé en quelques mois, ainsi que la reconnaissance du gisement sur toute l'étendue de la propriété. Le traçage des chambres peut se faire sur une plus grande largeur, tout en n'exigeant qu'un soutènement sommaire. Il y a toute une gamme depuis les chambres étroites (3 m.) avec piliers épais (8-10 m.) jusqu'aux chambres larges de 12 m., ne laissant entre elles que des estaux épais de 3 m., qui souvent sont abandonnés. Le traçage est devenu tout aussi productif que le dépilage. Enfin, en agissant sur le nombre de piliers par panneaux et le décalage entre le foudroyage et le dépilage, on réalise la concentration désirable et exigée pour l'efficacité des chargeuses. Le meilleur système à ce point de vue paraît bien consister dans la reprise immédiate des piliers un peu en arrière du traçage, tel qu'il est figuré dans le plan schématique fig. 2. Le foudroyage est toujours mené en diagonale et à une distance souvent assez grande en arrière des fronts. L'opération la plus délicate est la reprise des piliers limitant les panneaux ou protégeant les voies de roulage et d'aérage. Les avis sont très partagés quant à l'importance des équipes et au nombre de chantiers par machine. Comme règle, on peut admettre qu'il faut à chaque poste deux places à charger, une à tirer, une à haver et une à forer. La spécialisation est préconisée pour chacune de ces opérations; elle facilite l'apprentissage et intéresse davantage l'ouvrier à son métier. L'importance de l'organisation et de la surveillance, de la collaboration des ouvriers, du contrôle, du chronométrage, n'échappera à personne et elle justifie les développements de la note « *Comment réduire les prix de revient* » que nous reproduisons à peu près in extenso.

Une mention spéciale y est faite de *l'exploitation à ciel*

ouvert. Cette méthode a pris une grande extension et apporte un appoint sérieux à la production de la houille. C'est la plus favorable de toutes sous le rapport de la rapidité de mise à fruit d'un gisement vierge et de l'effet utile de l'ouvrier. Pendant longtemps, elle a été limitée aux affleurements des couches puissantes, et notamment de la veine Mammouth des anthracites de Pensylvanie, dont la puissance normale est de 8 m. mais atteint 20 m. dans les renflements. En 1895, avec les procédés ordinaires de minage et les premières pelles à vapeur, on estimait que le découvert économiquement possible était à la puissance utile dans le rapport « pied pour pied ». Les grands progrès réalisés par le matériel dans les mines métalliques, les travaux publics et stratégiques, sont caractérisés par l'emploi de pelles de plus en plus fortes, de la commande électrique avec moteurs spécialisés pour chaque opération, puis des draglines et des véhicules de transport de grande capacité montés non plus sur rails, mais sur chenilles ou sur roues pneumatiques. En appliquant cet équipement aux mines de houille, on est arrivé à élever le rapport limite d'exploitabilité jusqu'à 6 fois l'épaisseur utile dans le roc, et même jusqu'à 10 quand la couverture comprend des terrains meubles. On exploite actuellement à ciel ouvert des couches de 1,50 m. d'ouverture. On extrait avec 2 pelles 900 à 1.200 T. par jour et le rendement par ouvrier-poste, qui était déjà de 6,4 T. en 1917, atteint aujourd'hui environ 16 T. Il a donc monté beaucoup plus rapidement que celui de l'extraction souterraine. La production était en 1917 de 3 % du total, en 1930 de 5 %, elle est actuellement de 13,5 %; elle s'est développée dans les régions récemment mises à fruit tant dans la partie sud du bassin de l'anthracite que dans les bitumineux des Etats de l'Ouest. La mine qui tient le record de la productivité est celle de Beechwood (Pa), qui exploite depuis 1938 un synclinal de la veine Mammouth de 18 m. de puissance à raison de 4.000 T. par jour et d'un rendement global de 39 T. par ouvrier-jour. La hauteur maximum du découvert est de 130 m.

A titre d'exemple de la mécanisation poussée dans les détails, qui est caractéristique de l'heure présente, nous donnons quatre petites notes techniques sur le boisage, le graissage des engins du fond, les camions-navettes et un nouveau brise-charbon.

Les notes suivantes ont trait aux questions de la sécurité et de l'hygiène des mines, qui ont aussi fait l'objet de plaintes de la part des mineurs. Bien que la sécurité ait fait incontestablement de grands progrès, certaines catastrophes ont de nouveau mis en relief le danger des explosions de poussières, par ricochet les risques d'accidents en général. La question des poussières et de la silicose fait depuis longtemps l'objet d'études. La Commission d'enquête sur l'état sanitaire des mineurs est arrivée à des conclusions à retenir : 1) les conditions ne sont pas spécialement mauvaises; l'état de santé des mineurs varie d'excellent à très pauvre, comme dans toutes les grandes collectivités; 2) une collaboration des patrons, des ouvriers, des centres d'études et des pouvoirs publics est indispensable si l'on veut arriver à une application plus efficace des lois de l'hygiène industrielle et à un niveau de vie plus élevé; 3) le bien-être de l'ouvrier est profitable, les maisons et les environs agréables, les soins médicaux, les récréations attirent les mineurs et leur famille. Il est souhaitable que le mineur paie sa part et ait une responsabilité. C'est la reconnaissance de sa personnalité. Dans quelle mesure et comment doit-il intervenir ? Ce sont des cas d'espèces auxquelles il est parfois difficile de proposer des solutions.

Passant du domaine de l'exploitation à celui de l'utilisation des combustibles, une attention toute spéciale se porte sur la fabrication du gaz et des huiles synthétiques : 1) il s'agit actuellement de satisfaire aux demandes croissantes des consommateurs et de lutter contre la concurrence des sources naturelles de ces combustibles; 2) on prévoit que ces gisements s'épuiseront et que vers 1975 les charbons bitumineux seront appelés à y suppléer. Les grandes compagnies minières et le Bureau of Mines se préoccupent de cette question d'avenir et les études portent notamment sur la gazéification souterraine. Il y a là une expérience dont l'intérêt déborde largement le problème américain.

Liège, oct. 1947.

L. D.

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES
TABLEAU N° I

Années	Mines actives		Production en millions de Tonnes		Mineurs (en milliers)		Effet utile par ouvrie-poste Tonnes		Salaires par heure		Valeurs à la Tonne (dollar)	
	An.	Bi.	An.	Bi.	An.	Bi.	An.	Bi.	An.	Bi.	An.	Bi.
1917		10.634	88	552	154	603	2,27	3,77	—	—	2,85	2,26
1919		8.994	90	520	154	622	2,14	3,84	0,64	0,76	4,14	2,49
1922		9.300	90	425	157	688	2,36	4,28	0,64	0,76	5,01	3,02
1924		7.586	65	500	160	620	2,00	4,56	0,86	0,81	6,08	2,20
1925		7.144	60	510	160	588	2,12	4,52	0,85	0,80	5,94	2,04
1927		7.011	84	518	165	593	2,15	4,45	0,84	0,75	5,89	1,99
1928		6.450	74	500	160	522	2,17	4,73	0,84	0,72	5,70	1,86
1933		5.565	50	319	105	419	2,60	4,78	0,82	0,50	4,46	1,34
1935		6.315	52	390	103	462	2,68	4,50	0,82	0,75	4,50	2,68
1936		6,875	54	400	102	477	2,79	4,62	0,83	0,79	4,42	1,76
1939		5.820	51	395	93	422	3,02	5,25	0,92	0,89	3,85	1,84
1941		6.822	56	514	88	457	3,04	5,20	0,97	0,99	4,59	2,19
1943		6.620	60	589	79	416	2,78	5,38	1,06	1,14	5,38	2,69
1945			55	610	73		2,79	5,78	1,25	1,24	6,26	3,06
1946			60	577					1,61	1,49		3,46

N. B. — a) Par mines, il faut entendre les entreprises commerciales d'extraction du charbon et non pas le nombre de sièges. Les grandes compagnies sont propriétaires de nombreuses mines. Les chiffres ci-dessus donnent une idée de la concentration qui s'est opérée principalement après la première guerre mondiale. Le morcellement est encore très grand, puisque la production moyenne par mine et par jour n'est que de 330 T. Un millier de nouvelles mines ont été en activité pour soutenir l'effort de guerre.

b) Les prix de vente sont fixés par une Commission officielle et varient suivant les districts. Avant 1940, c'était un prix minimum imposé. Maintenant, c'est un maximum établi en vue de protéger les consommateurs contre une hausse exagérée et de combattre la vie chère.

c) Les salaires réels s'écartent plus ou moins des valeurs moyennes, d'abord suivant la spécialité des ouvriers, ceux des chambres sont mieux payés que ceux du service général, ensuite, il y a certaines retenues pour objets d'équipement, explosifs, lavoirs, etc...

Les salaires ont quadruplé depuis 1909 dans les mines de bitumineux, l'efrfet utile de l'ouvrier a augmenté des deux tiers. Dans les mines d'anthracite, les salaires ont quintuplé, l'effet utile na' augmenté que de 20 %.

TABLEAU N° II

Répartition de la consommation en 1945 :

Charbons bitumineux	Chemins de fer	125.120.000 T.
	Usages domestiques	121.805.000 »
	Coke et gaz	95.349.000 »
	Electricité	71.603.000 »
	Usines sidérurgiques	10.084.000 »
	Cimenteries	4.215.000 »
Anthracites	Usages domestiques	35.291.345 »
	Chaudières à vapeur	13.251.104 »
	Ventes locales	4.273.844 »

TABLEAU N° III

Décomposition de la valeur des charbons bitumineux en 1945 :

Salaires	57,2
Fournitures	16,0
Frais généraux	17,9
Service commercial	3,9
Profits	5,0
	100,0

Dans les anthracites, la proportion des salaires est de 65 % et le profit de 6 %.

Le bénéfice dans les mines de bitumineux provient des industries connexes. L'exploitation proprement dite se traduit par une perte de 3 centimes à la tonne. Les 5 à 6 % de profit doivent servir à la rémunération du capital et aux amortissements du premier établissement.

TABLEAU N° IV

TRANSPORT

	1924	1944
Nombre d'animaux	29.932	6.762
Tonnage transporté (en %)	6,7	1,9
Locomotives électriques	13.281	14.250
autres	288	105
Tonnage extrait (en %)	88	93
Parcours moyen (en m.)	1.400	2.700
Tonnage par locomotive et par an (T.)	33.700	35.200
Transpors par câble (nombre)	628	4.565
Transporteur à courroie sur voies d'entrée (nombre)	—	644
Longueur totale (km.)	—	158

TABLEAU N° V

CHARGEMENT MECANIQUE

		Nombre d'appareils en usage		Commandés en 1946
		1939	1947	
Charbons bitumineux	Chargeuses mobiles	1.405	2.950	490
	Scrapers	167	87	3
	Chargeuses de wagons	1.392	142	140
	Convoyeurs chargés mécaniquement	346	1.383	
	Chargés à la main	1.526	3.385	838
Anthracites	Scrapers	545	568	32
	Convoyeurs chargés à la main	1.831	3.005	319

A. — COMMENT REDUIRE LE PRIX DE REVIENT DANS LES MINES DE HOUILLE

« Une grande productivité est la clef des bas prix et la meilleure arme dans la bataille du charbon. La machine est l'instrument n° 1 du technicien et de l'ouvrier pour atteindre ce but. La meilleure coordination de la direction, de l'ouvrier et de la machine assure la meilleure position dans la lutte pour les bas prix de revient et de vente. »

A. — *Grande productivité.*

La Direction de la mine doit avoir trois objectifs majeurs : 1) l'installation d'un équipement moderne le mieux approprié à accroître la production; 2) la mise en œuvre de ce matériel avec le plus grand rendement possible par ouvrier et la plus grande sécurité; 3) installation d'un matériel moderne pour la préparation des charbons et sa mise en œuvre donnant la meilleure qualité au plus bas prix.

La préparation mécanique du charbon réduit la teneur en cendres, mais ce qui est souvent plus important, donne un pro-

duit uniforme, calibré et mêlé suivant le désir du client. Quelquefois, elle réduit le prix de revient, mais s'il y a des frais supplémentaires, ils sont largement compensés par le prix de vente, l'utilisation des mixtes, des schlamms, même récupération du charbon des terrils.

L'équipement moderne améliore la production encore dans d'autres domaines. L'exploitation à ciel ouvert en vue de compléter la production souterraine en est un exemple. Le ciel ouvert est toujours la méthode la plus productive de toutes. Si la couverture est trop épaisse, le machinisme met à la disposition des mines profondes un matériel très varié, étudié spécialement pour les petites ou les grandes couches, plates ou inclinées, bon ou mauvais toit. Cette étude incessante nous promet de meilleures machines avec plus d'applications dans l'avenir. Ces machines futures réaliseront sans doute l'abatage et le chargement continus, et réduiront ou élimineront la préparation des fronts de taille. Pour cette raison, l'attention de la direction doit se porter sur une réelle responsabilité : *remplacer à temps le matériel existant.*

La machine et les méthodes nouvelles donnent des résultats. Un accroissement de 2 tonnes par poste d'ouvrier justifie un investissement important en machines; à plus forte raison, des accroissements qui vont jusqu'à 11 tonnes. La possibilité d'un tel progrès est prouvée non seulement par quelques cas qui ont fait l'objet de monographies dans le « Coal Age », mais par les résultats d'ensemble publiés par le U.S. Bureau of Mines.

En 1944, les rendements par poste étaient les suivants :

Mines profondes, chargement à la main 100 % :	4,15 T.
» chargem. mécanique <90 % :	4,56 »
» chargem. mécanique >90 % :	6,60 »
Exploitations à ciel ouvert	15,89 »

Le machinisme procure certes des résultats, mais il n'exclut pas la possibilité d'autres moyens qui tendent à augmenter le rendement par homme. En groupant des mines où la mécanisation est poussée au même point, on a trouvé que l'augmentation de rendement entre 1943 et 1945 a été de :

4,6 à 5,9 T. dans les couches de moins de 1,20 m.
5,4 à 7,3 T. dans les couches de plus de 1,20 m.

L'économie résultant de ce surcroît de production peut s'évaluer approximativement en divisant par ces chiffres le salaire moyen 13,13 dollars d'un ouvrier mineur travaillant 9 heures en octobre 1946 (d'après le Bureau de la Statistique du Travail). Le prix de revient en salaire tombe de 4,38 dollars à 1,31 quand le rendement monte de 3 à 10 tonnes.

Evidemment, cette économie est compensée en partie par les frais à charge de la machine : amortissement, entretien, peut-être aussi par le renforcement de l'énergie installée, perte en menu, etc. Cependant, il y a aussi des économies à chercher dans d'autres voies : concentration, méthodes, sécurité. Tout compte fait, le profit net est substantiel, et dans une installation donnée, il faut chercher à l'accroître le plus possible. Un pas en avant peut être réalisé par l'application de certains principes, même dans les mines où subsiste le chargement manuel.

B. — Collaboration.

L'équipement n'est, à la longue, qu'un facteur de ce problème essentiel : accroître la production. Les hommes et les méthodes en sont les autres : des hommes habiles qui connaissent leur métier, qui savent ce que l'efficience veut dire en langage d'industrie et de progrès de l'entreprise, aussi bien que du point de vue de leur propre intérêt, et qui sont sincèrement intéressés au succès de la productivité — des méthodes qui permettent aux hommes et aux machines d'agir conformément à leurs aptitudes.

Le succès, comme en beaucoup d'autres matières, a son point de départ à la tête et marche en passant par les intermédiaires techniques jusqu'au simple ouvrier. La Direction générale s'appliquera, en conséquence, à réaliser les meilleures relations avec ses employés et à en tirer parti pratiquement. Cela implique, non seulement la division du travail et les facilités données à la collaboration, mais aussi le maintien sur place d'un corps de surveillants. Il faut incorporer leur intérêt dans le mouvement de collaboration et leur donner la possibilité d'acquérir une plus grande habileté dans leur spécialité; ce sont des facteurs indispensables de l'esprit de communauté qui est un des fondements de l'efficience.

La liste des choses nécessaires, en plus des hommes, est très longue. Certains points sont entre autres : l'extension du pro-

gramme d'action jusqu'aux familles des mineurs et aux gens qui vivent dans le voisinage (ou en d'autres termes, il faut ménager l'opinion publique); enrôlement et apprentissage de nouveaux ouvriers; dispositions en faveur des plus âgés qui veulent se joindre aux jeunes pour acquérir les connaissances et l'habileté qui leur permettront de se présenter à un meilleur emploi; bonnes facilités de commerce là où l'ouvrier est responsable; conditions de travail aussi sûres et salubres que possible.

Quand le fond est établi sur les bonnes relations, un léger stimulant accroît le résultat. Une forme quelconque de salaire stimulant la production est dans le développement logique du plan d'exploitation du charbon, mais la réalisation se heurtera à divers problèmes difficiles à résoudre. D'ailleurs, il y a de bonnes raisons pour en différer l'application, tant que la Direction n'a pas épuisé tous les autres moyens d'augmenter le rendement. Il y a d'autres stimulants qui peuvent être efficaces :

1) La perspective de salaires plus élevés par une meilleure utilisation du temps de travail effectif.
2) L'esprit d'émulation, c'est-à-dire le besoin normal de chaque homme de faire aussi bien ou mieux que son voisin. Le concours entre équipes et entre postes est goûté par les hommes et donne un résultat.
3) Le désir de reconnaissance par une bonne parole, une tape sur le dos, une mention sur le tableau du marqueur ou sur un journal pour un travail bien fait. La reconnaissance du succès est un trait fondamental du programme d'action dans beaucoup de mines.

Des faits récents témoignent que le fond est fertile et rend par la culture. L'enquête fait par le « Coal Age », en décembre 1946, a montré que la majorité des mineurs (79 %) estime que leur Compagnie et leur équipement sont assez bons. Ainsi, les chefs et les surveillants ont beaucoup en leur faveur quand ils se mettent à demander la collaboration et les bonnes relations à tous les degrés.

C. — Plan d'ensemble en vue de l'efficience.

Dans l'exploitation de la houille, les conditions naturelles imposent certaines limites aux hommes et à l'équipement et déterminent le choix d'une méthode. Le mode d'attaque d'un gisement d'une étendue déterminée affecte l'importance des unités de production et les frais des travaux non directement productifs, mais aussi les dépenses d'installation d'énergie, d'aérage, d'exhaure, etc. A ces considérations bien connues, il faut ajouter que l'équipement moderne, par le fait de son usure rapide, amène un changement dans le premier établissement des mines. Ainsi, les plans inclinés à courroies et les autres méthodes modernes ont réduit le prix de l'ouverture d'une nouvelle mine, tandis qu'en transport à grande distance entraîne des frais qui croissent plus qu'en proportion. L'amortissement est devenu un poste majeur du prix de revient. En conséquence, certaines mines ont été prévues pour une durée aussi courte que dix ans. A la fin de cette période, il est devenu nécessaire d'acheter de nouveaux engins; une nouvelle mise à fruit d'un autre massif du gisement est réalisée avec le bénéfice de toutes les inventions techniques survenues pendant la période.

Quand cette pratique n'est pas possible et qu'une longue durée est désirable, la plus grande attention doit être donnée au transport (dont le coût doit être faible même aux grandes distances) et aux déplacements successifs des ventilateurs, moteurs, captages d'eaux, entrée des hommes et du matériel, aux commodités du personnel (magasins, bains, etc.). Les distances doivent être limitées à un optimum et, par corollaire, les dépenses.

Le plan général d'exploitation peut souvent être amélioré à d'autres points de vue :

1) Le dépilage en retour, sur toute l'étendue de préférence et certainement par districts. Les troubles restent en arrière et le prix de revient diminue avec la distance.
2) Larges voies d'aérage et dispositifs de transport à sens unique. Les économies de force motrice sur toute la mine représentent une somme importante.
3) Exhaure par la gravité, pompage à courtes distances, vertical de préférence.
4) Voies de transport courtes et à pente favorable; coupages du toit et du mur en conséquence, qu'il s'agisse de chariots ou de transporteurs.
5) Concentration des opérations dans tous les domaines. Outre la diminution du nombre de chantiers concordant avec l'étendue du front par machine, la concentration

jointe aux postes multiples procure des économies sur l'amortissement par tonne, mais il y a compensation partielle par les différences entre les prix des postes et certains autres frais.

6) Prévoir l'étendue des chantiers proportionnée aux unités de chargement mécanique. Tandis que certains praticiens

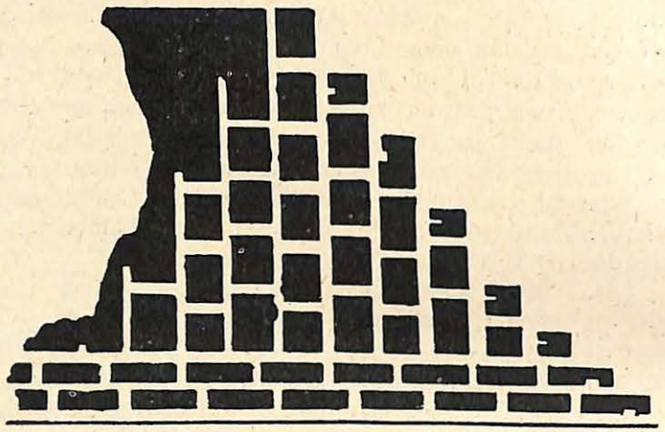


Fig. 1. — Concentration augmente la production par panneau et par homme.

ont atteint avec succès de grands rendements par homme avec deux chantiers seulement, ce qui exige la plus sévère des coordinations, il paraît préférable d'en mettre plutôt plusieurs de limite raisonnable; cela augmente le rendement en évitant les complications.

7) Donner aux fronts la plus grande longueur compatible avec la sécurité et le prix du soutènement, c'est réduire le temps perdu dans le déplacement du matériel et les arrêts au début d'un nouveau cycle.

8) Allonger les districts, spécialement quand ils sont desservis par une maîtresse-courroie, en vue de réduire les frais de déplacement des convoyeurs. Des économies de 2 à 5 cm. par T. ont été renseignées à l'actif de ce procédé. Le même résultat est obtenu si le taux de l'extraction est augmenté.

D. — Aider les machines à produire.

L'installation de machines est un progrès en soi, mais ne dit pas le dernier mot dans l'augmentation de la productivité.

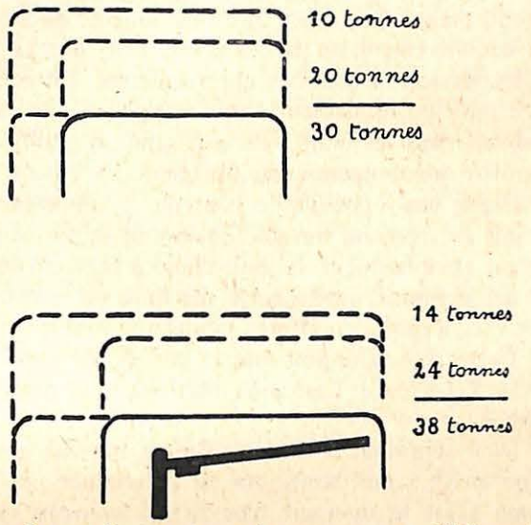


Fig. 2. — Larges fronts et grands avancements réduisent les temps morts et les déplacements.

Manœuvrée maladroitement ou mal desservie, la machine ne rendra pas le maximum de bénéfice. C'est pouquoi quatre obligations principales incombent encore à la Direction de la mine :

1) Maintenir l'équipement et la mine en état de produire sans interruptions.
2) S'assurer que les matériaux et les fournitures sont toujours à pied d'œuvre en quantité nécessaire et en tout temps.
3) Consulter le service des installations mécaniques sur tous les accessoires qui peuvent ajouter à l'effet utile, tels que roulement de wagonnets, graissage, transporteurs de fournitures, machines à boiser, etc.. Recommander les achats à la haute Direction.
4) Faire tout ce qui est logiquement nécessaire pour permettre à la maîtresse machine (la chargeuse ou les chargeurs de wagons) de travailler à sa pleine capacité.

Une des raisons pour lesquelles fréquemment les machines manquent leur plein effet, c'est qu'on n'apprécie pas assez le fait que la chargeuse (ou la pelle excavatrice) ne peut par elle-même compenser les « goulots de bouteille » qui se trouvent ailleurs. Trop souvent, malgré une expérience déjà longue, on a tendance à compter exclusivement sur la chargeuse, alors que ce sont les unités et les services accessoires qui requièrent l'attention. En vertu de ce principe fondamental (qui s'applique aussi au chargement manuel dans les limites de la fatigue), il semble logique que la première préoccupation du directeur des travaux soit de donner la chasse aux « goulots de bouteille ». Supposons que la chargeuse soit au repos ou travaille en-dessous de sa capacité, ce qui est un cas assez fréquent, la seule chose à faire est de rechercher dans les alentours quelle autre machine ou quelle équipe (bois, voies, etc.) s'épuise en efforts, tandis que tout le reste flâne ou attend. Cette recherche doit être le prélude de toute marche en avant vers l'efficience. Une autre méthode plus précise est le chronométrage.

Après avoir supprimé, l'un après l'autre, tous les goulots de bouteille, on arrive à une limite qui est déterminée par la chargeuse même. C'est le moment d'ouvrir un nouveau cycle, en adoptant des machines plus fortes, ou en remplaçant le chargement manuel qui subsiste encore.

Les goulots de bouteille se présentent ailleurs que dans le transport, p .ex. dans le nombre d'hommes par équipe. En ajoutant un homme, on augmente le tonnage d'un chantier; si, en même temps, on augmente le rendement par homme, l'opération est bonne. Cependant, il arrive un moment où le rendement individuel diminue; il faut alors changer la tactique du front ou améliorer l'outillage.

L'ajustement de la main-d'œuvre au plan général et à l'outillage n'est pas un problème insoluble, et c'est un facteur essentiel de la diminution du prix de revient.

Après avoir éliminé tous les goulots de bouteille, il reste à examiner ce que l'on pourrait gagner par une plus large application de la force motrice, allant jusqu'aux opérations accessoires. C'est une tendance qui s'affirme actuellement de plus en plus. Si la chargeuse ne parvient pas à atteindre sa capacité prévue parce que d'autres unités ne marchent pas de pair, il ne faut pas hésiter à acheter de nouveaux engins pour renforcer la production. Un exemple typique, c'est la grande longueur des barres des haveuses (sauf les cas d'empêchement exceptionnels). Plus il tombe de charbon à la même place, moins on passe du temps à déplacer les appareils de chargement et à ouvrir un nouveau cycle d'abatage. Les types modernes de pics et de couronnes, indépendemment d'autres avantages, font gagner du temps sur le changement d'outil et sont recommandables. De même, les grands wagonnets, les évitements desservis par treuils, les trémies de chargement sur courroies, tout ce qui réduit les temps non-productifs, diminue les frais.

On s'applique actuellement à réduire le travail manuel et aussi l'effort physique. Exemples : le placement du boisage temporaire à l'aide de crics mécaniques est plus rapide et plus sûr; le curage automatique des haveries (bugduster) augmente la capacité des hommes; la mise en place des axes des perforatrices sur affût permet de supprimer un homme par poste. Dans ce cas, cette mise en place mécanique, complétée par une machine à boiser, a réduit l'équipe de 14 à 17 hommes. Ainsi, la machine élargit le champ des occasions de produire plus et moins cher, et par là elle est à la base des hauts salaires et du prix de vente modéré.

E. — Service général.

Le travail au chantier attire tout naturellement l'attention

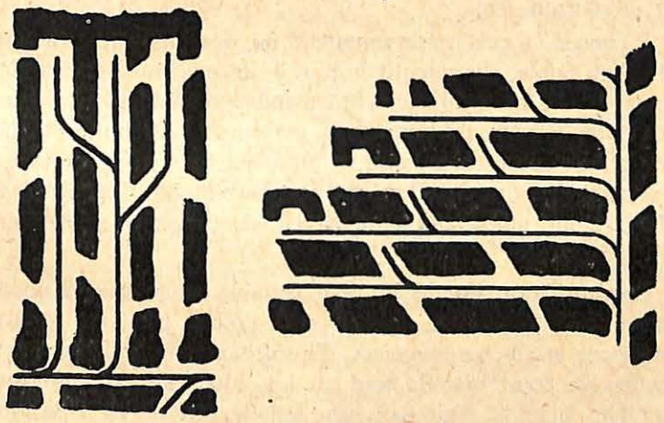


Fig. 3. — Trajets courts et véhicules de grande capacité.

parce que c'est le poste le plus important du prix de revient, mais l'application des principes fondamentaux aux autres services n'est pas moins féconde. Ces services comprennent le transport et l'extraction, l'énergie, l'aérage, l'exhaure, l'entretien, la distribution des fournitures, la sécurité. Les économies proviennent de deux sources : 1) réduction des frais des opérations; 2) économie au chantier par l'effet du meilleur service.

Le *transport* impose au haut commandement l'obligation de faire les investissements nécessaires. Il faut réduire les longueurs à parcourir, diminuer les pentes, installer des soutènements du toit et des parois durables autant que la vie des chantiers, des traverses et des rails lourds avec des joints perfectionnés, drainer les galeries et donner aux voies les dimensions standard. Tous ces facteurs procurent un trafic continu et à la longue économique. Souvent, il est possible de diminuer le nombre de locomotives et le personnel requis pour un tonnage déterminé, ainsi que les frais d'entretien. Certaines autorités estiment qu'une dépense de 25.000 dollars se justifie quand elle épargne un homme; cela permet d'apprécier quel premier établissement est nécessaire pour réduire le prix de revient tout en conservant le même personnel. Des dépenses telles que garages supplémentaires, block système, « *dispatching* », aiguillage électrique, locomotives à grande vitesse, sont recommandables comme aussi le service automatique des recettes de puits, les skips, les plans inclinés munis de transporteurs à courroie, etc...

L'*énergie* a pris nécessairement un développement important. Trop faible, elle ralentit le travail des machines, amène des ruptures et des frais, directement ou indirectement, par suite des arrêts et de la mauvaise humeur du personnel. Les chutes de voltage ont des causes bien connues ainsi que leurs remèdes : sous-stations proches des chantiers, même transportables, capacité des feeders, retour, amélioration du facteur de puissance, protection de l'éclairage, etc...

En *ventilation*, une légère perte évitable conduit sur la durée de la mine à une dépense de milliers de dollars, perte qui résulte de pressions et vitesses exagérées, d'insuffisance de la division des courants, de courts-circuits tout au long du trajet, etc. A titre d'exemple, la perte d'air dans une galerie revêtue en voussoirs de béton est 55 fois moindre que dans une galerie boisée en remblais. Les ventilateurs modernes consomment 30 à 50 % de moins que les vieux types. La suppression des obstacles et des obstructions dans les voies d'aérage, le transport à sens unique, l'étanchéité des crossings et des barrages permanents diminuent les frais de main-d'œuvre et les pertes.

L'*exhaure* doit se faire partout où c'est possible par la gravité; des recoupes, des bures, des sondages permettent d'éliminer une multiplicité de pompes. Les pompes doivent être installées près d'un réservoir de large capacité, être alimentées par le plus court chemin, c'est-à-dire en verticale, comprendre des fortes unités et non plusieurs petites, être construites en métal de qualité résistant à l'usure et à la corrosion.

Entretien : Les rupture de machine sont coûteuses par suite des réparations et du manque à gagner. Entretenir les machines en bon état doit être le premier objectif; effectuer les réparations dans le minimum de temps est le second. En vue du premier, l'inspection périodique, le graissage, le démontage à intervalles réguliers sont des facteurs importants. Le wagon graisseur fait des progrès : c'est un moyen d'assurer un travail correct, avec peu d'interruptions et avec économie de temps et de lubrifiant. Un certain nombre de chargeuses et d'autres machines récentes sont munies d'un graissage central qui donne d'excellents résultats. Pour l'application du second principe, rapidité des réparations; la soudure, les trucks de réparation, l'installation près des fronts (un par district), d'ateliers munis de facilités mécaniques, etc...

La *manutention des matériaux* peut être en défaut, par exemple, en ce qui concerne les bois et causer du retard dans la production ou exposer le mineur à des accidents. Les pièces de rechange des machines doivent se trouver en de petits dépôts souterrains, à proximité des fronts. Une ample provision de bois, rails et autres fournitures est également essentielle. Des engins de levage et de traction sont mis en service non seulement à la surface, mais aussi pour hâter la remise dans les chantiers. A signaler les véhicules très spécialisés, tel qu'un wagonnet, destinés à épandre le ballast sur les voies ferrées. Porter une bêle de fer à 100 m. de distance dans une taille revient cher; aussi doit-on recourir à de petits treuils, et dans les voies sans rails, à des traîneaux ou à de petits véhicules à jante en caoutchouc. Enfin, il

y a la récupération des vieux bois, barres, rails, etc., pour laquelle on dispose également d'un matériel spécial mécanisé.

La sécurité dépend du haut commandement comme de tout le personnel de la mine et rentre dans la catégorie des choses qu'il faut faire logiquement pour augmenter le rendement. Le haut commandement doit en être persuadé et autoriser les dépenses nécessaires, et le personnel technique doit s'ingénier à appliquer logiquement toutes les mesures de sécurité. L'ouvrier lui-même doit accepter sa part de responsabilité et il doit être encouragé par la direction, sans oublier les pouvoirs publics et les Unions professionnelles. Une plus grande participation des mineurs aux mesures de sécurité serait un progrès considérable. Moins d'accidents signifie moins de souffrance pour les hommes et leurs familles, moins de frais d'indemnisation, moins d'arrêt dans la production, moins de dommages à la mine et au matériel.

A ces principes généraux qu'il est bon de remettre en mémoire, s'ajoutent quelques tableaux qui pourraient faire l'objet d'affichettes et que nous donnons ici en annexes.

TRENTE MOYENS D'ABAISSER LES FRAIS DE PRODUCTION DANS L'AVENIR

1. Machines chargeuses de grande capacité aussi bien dans les veines minces que dans les grandes.
2. Nouveaux modèles de chargement pour veines très minces. Une machine à roues en caoutchouc est en service.
3. Usage plus répandu des haveuses-chargeuses et autres similaires déjà en service.
4. Usage plus répandu des raboteuses, charrues et autres engins pour longues tailles.
5. Usage plus répandu des chargeuses dans le creusement des galeries primaires et des voies qui doivent être creusées en roche en tout ou en grande partie.
6. Usage plus répandu des chargeuses desservies par des wagons-navettes ou des convoyeurs, combinées avec des dispositifs pour relever ou descendre le charbon aux points de chargement dans les couches peu ou moyennement inclinées.
7. Application aux fortes pentes des couloirs oscillants et becs de canard avec moteur spécial.
8. Emploi des becs de canard motorisés (duckbills).
9. Perfectionnement et usage de machines à tout faire et des chargeuses.
10. Adoption sur une plus grande échelle de l'abatage en masse de toute l'ouverture de la couche, y compris les sillons stériles, ce qui est devenu possible par les progrès dans les lavoirs modernes.
11. Mécanisation du déplacement des convoyeurs par systèmes spéciaux de tendeurs, supports et autres organes des moteurs et courroies.
12. Emploi du currage mécanique des haveries dans les traçages et extension du champ des haveuses universelles montées.
13. Large application des perforatrices sur affûts roulants avec mouvements mécanisés, réduisant de moitié les équipes de forage.
14. Havages plus profonds, couteaux et pics en alliages spéciaux.

15. Emploi des machines à boiser, qui économisent 1 à 3 hommes par poste.
16. Dispositifs préfabriqués pour les points singuliers des voies ferrées, en vue de la rapidité dans les changements de wagons. Enmploi plus répandu à l'intérieur des mines des grands wagons (15 tonnes) et des locomotives de manœuvre à forte puissance.
17. Emploi plus large des courroies dans les entrées des chambres desservies par des convoyeurs ou des wagons-navettes.
18. Dans les voies de transport principales, plus grande vitesse, locomotives plus puissantes. Convoyeurs à courroies de plus grande capacité ayant le rôle principal dans les contre-pentes.
19. Emploi de sous-stations transportables, provisions abondantes de cuivres et d'appareils modernes de mesure en vue de la meilleure énergie et de la protection des fronts.
20. Utilisation de la gravité dans l'exhaure par des rigoles, voies de drainage, sondages, puits verticaux, etc., pour raccourcir le trajet de l'eau jusqu'aux pompes; conducteurs à grande section pour alimenter les moteurs; plus de mesurages et plus de fournitures.
21. Plus larges voies d'aérage, barrages étanches, voies à sens unique, division de l'aérage, ventilation secondaire avec ventilateurs modernes.
22. Meilleurs entrepôts (spécialement au fond près des chantiers), plus d'outils, plus de matériaux spéciaux pour diminuer l'usure.
23. Développement continu et emploi du matériel spécial mécanisé pour la manutention et l'approvisionnement au fond et à la surface.
24. Stimulation en faveur de la sécurité; emploi de matériel autorisé; schistification et arrosage rendus plus commodes; extincteurs; facilités pour le personnel, etc...
25. Pelles excavatrices de forte puissance permettant de déblayer d'épais recouvrements.
26. Emploi plus répandu des draglines.
27. Perforatrices puissantes demandant peu d'hommes pour les manœuvres et s'adaptant avec souplesse au placement des trous de mines dans les découverts.
28. Emploi plus répandu dans le ciel ouvert des racleurs (scrapers), machines chargeuses et autres spécialités, accroissant le rendement du déblai et du chargement.
29. Grandes unités de transport dans les chantiers, tant au début qu'en service régulier.
30. Application plus large des moteurs au nettoyage des wagons et à d'autres accessoires, y compris le service des terrils.

REDUCTION DES DEPENSES AU CHANTIER

1. Dépilage en retour.
2. Concentration des travaux.
3. Utilisation maximum du gisement, réduisant le prix par tonne du déplacement des machines entre les districts.
4. Chantiers suffisamment développés pour fournir une grosse production avec grand effet utile.
5. Tonnage maximum par avancement, au moyen de brèches larges et de havages profonds.
6. Procédés de forage et de minage assurant un déblai facile à charger.
7. Havage mécanique, triage des lits stériles ou abatage en masse suivant le cas.
8. Aiguillage automatique assurant le changement rapide des wagons et la distribution continue des wagons au point de chargement.
9. Alternance des cycles en diverses directions pour éliminer les « goulots de bouteille » provenant du boisage ou d'autres cas.
10. Ajustement du nombre d'hommes des équipes au plan général et à l'outillage.
11. Synchronisation des activités au delà des fronts pour assurer la desserte des chantiers.
12. Coordination de la capacité des appareils auxiliaires à celle de la chargeuse, impliquant en cas de nécessité le renforcement des unités en service.
13. Boisage mécanique.

14. Perforatrices sur affût avec mise en place motorisée.
15. Curage mécanique des menus de havage (bugdusters).
16. Longues barres de havage avec couteaux modernes à forte attaque.
17. Grande capacité de transport à grand rendement : grands wagons, camions, convoyeurs.
18. Voies à traverses d'acier, aiguilles, plaques et évitements préfabriqués.
19. Equipement spécial pour le placement des moteurs, tendeurs, rouleaux de courroies, supports, etc...
20. Etude constante de toutes les opérations pour faire disparaître les goulots de bouteille et découvrir les endroits où de nouvelles méthodes pourraient augmenter l'effet utile.

EFFET UTILE DANS L'EXPLOITATION A CIEL OUVERT

L'augmentation de rendement, comme dans l'exploitation souterraine, exige que l'on fasse les dépenses nécessaires pour l'équipement, soit en augmentant la production et le rendement par homme, soit en étendant le champ d'exploitation sous des épaisseurs plus grandes de recouvrement.

Quelques-unes des règles éprouvées sont :

1. Plus grande capacité des godets des pelles, tant anciennes que neuves.
2. Plus grande longueur des flèches et des bras pour attaquer des excavations plus larges et plus profondes.
3. Installation de dispositifs modernes de commande électrique pour manœuvres rapides (10 % à gagner).
4. Draglines, spécialement du type transportable, pour tout le découvert, spécialement s'il est épais.
5. Racleurs pour le déblai, le creusement de fossés, rigoles, le nivellement des protubérances, dressage des talus et autres détails, réduisant les interruptions du travail des pelles et permettant au découvert de progresser plus efficacement.
6. Tracteurs et bulldozers pour le nettoyage et autres accessoires relayant les abateurs.

7. Travail en tandem des pelles, spécialement pour le découvert des affleurements; un avantage, c'est l'accroissement des dimensions des fronts.
8. Quelque remaniement des déblais pour les draglines en vue de travailler des dépôts plus épais; marche en travers par intervalles.
9. Emploi d'unités de repassage (bulldozers, racleurs, petites draglines, etc.), pour permettre des marches à travers les pointes.
10. Passer au travail souterrain pour compléter la production quand le découvert atteint sa limite pratique.
11. Etude plus attentive du minage en découvert, emploi de trous horizontaux à deux niveaux; répartition des charges en trous verticaux et horizontaux pour augmenter l'effet de rupture; trous profonds et fortes charges avec plus grand espacement.
12. Matériel de forage perfectionné, du type vertical, comprenant des tarières et couronnes de rodage, trous de grand diamètre; économie de main-d'œuvre, non seulement en allant plus vite et en espaçant les trous, mais en appliquant l'énergie à toutes les opérations.
13. Emploi d'alliages spéciaux et de taillants rapportés pour accroître la vie des forets, forer plus vite et réduire la consommation d'énergie.
14. Moyens perfectionnés pour miner le découvert, obtenir une meilleure fragmentation à bas prix; dans certaines conditions, plus large emploi des charges mixtes (dynamites et poudres).

MEILLEUR SERVICE DANS LES EXPLOITATIONS A CIEL OUVERT

1. Grands véhicules et large écartement des voies économisent la main-d'œuvre.
2. Meilleures voies (pente ne dépassant pas 1 à 1,5 %, large écartement, bon drainage, bons matériaux, bonne construction, surfaces exemptes d'eau et de poussières) augmentent la capacité du transport de 10 % et plus.
3. Meilleurs moteurs (Diesel, butane, etc.), plus grande vitesse et plus grande capacité.

4. Meilleur entretien des voies par des équipes spéciales, graissage et arrosage des véhicules.
5. Combinaison de camions et du transport sur rails, y compris l'établissement des rampes en profondeur et sur les gradins, pour supprimer le halage par treuils.
6. Assèchement de la carrière par des fossés dans la partie haute, des barrages et des pompes automatiques.
7. Drainage spontané par des rigoles ou des tuyaux ou aqueducs à travers les bancs de déblais.
8. Pompes automatiques ou semi-automatiques avec équipement électrique à l'abri des intempéries.
9. Sous-stations unitaires avec équipement accessoire complet, plus efficaces et plus faciles à déplacer pour suivre les fronts.
10. Capacités et autres dispositifs augmentant le facteur de puissance et stabilisant le voltage.
11. Protection contre la foudre.
12. Facilités pour les mises à la terre de sécurité.
13. Facilités pour la manutention des câbles en vue d'épargner la main-d'œuvre et d'améliorer le service du matériel.
14. Meilleures cabines d'aiguillage et de jonctions.
15. Magasins plus grands et mieux aménagés.
16. Inspection régulière et rapports écrits sur l'état du matériel, les réparations, les retards et autres incidents.
17. Unités de réparations mobiles.
18. Nouveaux métaux et isolants donnant plus de légéreté et de durée et moins d'accidents.
19. Bons lubrifiants et bons procédés de graissage, y compris les trucks-graisseurs.
20. Surveillance et entretien des bandages, y compris les trucks pour entretien et réparations au chantier.
21. Amples approvisionnements, entrepôts et subdivision autant qu'il est nécessaire, suivant la nature des chantiers et de l'équipement.
22. Crics spéciaux, trucks à crics, grues fixes et mobiles pour la manœuvre des pièces lourdes et des matériaux et pour faciliter les réparations.
23. Appareils de soudure et de réparations sur trucks.

24. Véhicules pour le combustible et autres services spéciaux au chantier afin de consacrer l'équipement exclusivement à la production.

L'ENERGIE, FACTEUR DE L'EFFET UTILE

1. Ample capacité des sous-stations.
2. Matériel transportable de sous-station.
3. Les sous-stations proches des fronts.
4. Réseau d'alimentation largement proportionné.
5. Bons retours.
6. Distributeurs de charges.
7. Poste central de compteurs et mesures.
8. Bonne protection contre la foudre et mises à la terre.
9. Appareillage pour déceler les pertes par la terre.
10. Amélioration du facteur de puissance.
11. Contrôle automatique.
12. Sectionneurs.

AERAGE A BAS PRIX

1. Ventilateurs modernes.
2. Circulation à sens unique.
3. Larges voies d'aérage bien entretenues.
4. Barrages et crossings étanches.
5. Division des courants d'air.
6. Méthodes efficaces de conduire l'air au front même.

EXHAURE ECONOMIQUE

1. Empêcher l'entrée des eaux dans la mine.
2. Circulation des eaux souterraines par la gravité.
3. Concentration dans de larges réservoirs et puisards.
4. Equipement moderne de pompes.
5. Contrôle automatique.
6. Tuyaux de grande section.
7. Sondages pour réduire la longueur d'aspiration.
8. Emploi de matériaux résistant à l'usure et à la corrosion. Augmente la durée et diminue l'entretien.

L'ENTRETIEN, FACTEUR DE L'EFFET UTILE

1. Inspection régulière, bons rapports et régistres.
2. Bon graissage.
3. Avancement du transport à intervalles réguliers.
4. Meilleurs matériaux.
5. Trucks à soudure, outils et réparations aux fronts de taille.
6. Ateliers meilleurs et mieux fournis.
7. Ateliers auxiliaires près des fronts.
8. Hommes expérimentés.
9. Préparation soigneuse des fronts, adaptée aux conditions du gisement.
10. Surveillants et ouvriers ayant l'intelligence de l'entretien.

B. — LA SECURITE DANS LES MINES

L'explosion survenue à la mine Centralia n° 5 a eu un grand retentissement et elle a mis en relief la question de sécurité non seulement devant les exploitants des mines, mais aussi devant le Parlement, l'opinion publique, la presse. Le 26 mars, le Sénat a voté une proposition d'enquête pour rechercher si des fonctionnaires publics étaient en faute. Les représentants de l'Union Nationale des Mineurs ont accusé le Ministre de l'Intérieur de négligence pour avoir ignoré les inspections et les recommandations faites en novembre par les inspecteurs des mines, qui renseignaient l'insuffisance de la schistification.

Comme toujours en pareil cas, des critiques, des commentaires et des propositions, y compris la panacée de la nationalisation, ont surgi de tous côtés. Toute cette littérature n'apprend certes rien de neuf aux techniciens avertis et consciencieux, mais à côté d'eux, il y a, sans conteste, dans le personnel des mines, à tous les degrés, des hommes qui sous-estiment le danger et qui ne tiennent pas compte de la primauté de la sécurité. C'est à eux que s'adresse un éditorial du « Coal Age » (17 avril 1947), qui renferme bien des considérations judicieuses qu'il n'est pas sans intérêt général de rapporter.

Les explosions répandent la mort et la destruction en gros, mais c'est en détail que les accidents par éboulements et autres exercent leur action meurtrière et tuent les trois-quarts des victimes. Les progrès signalés dans la prévention des explosions sont loin d'être égalés par ceux qui sont réalisés dans d'autres domaines.

Aucun progrès, quel qu'il soit, ne peut occulter le fait que toute mort et toute blessure grave, à part quelques exceptions sans importance numérique, proviennent encore de ce qu'on ne fait pas tout ce qui devrait être fait. Aucun homme versé dans l'exploitation ou la surveillance des mines ne peut fermer les yeux sur les conséquences de tels manquements.

Voici quelques règles contre lesquelles on pèche :

Direction des travaux : Placer en premier lieu le principe de la sécurité.

Se pourvoir d'un outillage et des matériaux sûrs.

Adopter les méthodes d'exploitation sûres et efficaces.
Promouvoir la sécurité et les moyens de l'atteindre.
Faire appel à la collaboration et à l'aide des mineurs et des Unions professionnelles.

Officiers des Mines : Renforcer les lois et règlements.

Mineurs : Placer en premier lieu la sécurité.
Obéir aux lois et règlements et aux prescriptions particulières.
Collaborer avec les ingénieurs et les services officiels.

Union des Mineurs : Instruire ses membres et les encourager à travailler dans les conditions de sûreté et à collaborer avec la direction et les autorités officielles.
Aider à démontrer comment on peut atteindre la sécurité.
Travailler avec la direction et les autorités à diminuer les blessures et les accidents.

On doit bien se garder de dire que tous les membres du personnel des mines sont en défaut, sur tous ou quelques-uns de ces points. Quelques-uns sont en faute sur très peu de points et la grande majorité est animée d'un réel désir de diminuer le tribut de vies et de membres à la mine. Mais l'expérience prouve qu'il y a une lacune entre le désir et la réalité, lacune dont tous partagent la responsabilité, lacune que tous doivent s'efforcer de combler.

Regarder en face le problème de la sécurité, c'est *fixer les yeux sur les causes* de ce que, faute d'un meilleur terme, on appelle *accidents*. En fait, puisqu'il est bien reconnu que permettre à certaines conditions d'exister ou de persister, c'est amener inévitablement des morts ou des blessures, la cause n'en est plus accidentelle au sens strict du mot. Certains accidents arrivent par hasard, mais la grande majorité a une cause. Cette cause, c'est la faiblesse humaine : faute en faisant certaine chose, faute en s'abstenant de faire telle autre chose, et par là on crée les conditions qui conduisent à un accident.

Une erreur humaine peut résider simplement dans l'omission de répandre l'idée de sécurité.

Une erreur peut être très éloignée dans le temps ou dans l'espace et cependant causer des accidents. Dans le cas d'une explosion survenue le 15 janvier 1947, à la mine Nottingham, dans le bassin des anthracites, une des causes prépondérantes, si pas la principale, a été un levé de plan inexact effectué en 1932. Une autre cause peut être la présence d'un sondage à gaz ou au pétrole inconnu de la direction de la mine, faute d'avoir été relevé et reporté sur les plans.

D'ordinaire, la cause est prochaine et très souvent elle est imputable à un homme, parfois à la victime elle-même. Le Directeur d'une des plus grosses sociétés d'assurances contre les accidents d'automobiles a établi récemment que si les conducteurs étaient bien convaincus qu'ils sont eux-mêmes les agents de la sécurité, le nombre des accidents de la route tomberait verticalement. Les hommes sont prompts à errer, à se livrer au hasard et à reporter sur les autres la responsabilité. D'autre part, les hommes sont capables de penser, de raisonner, de rechercher les causes et de se décider à faire quelque chose pour les écarter.

La résolution, le raisonnement logique et l'action que cette logique indique, voilà ce qui permet d'approcher de la sécurité dans les mines et ailleurs.

C'est un vieux principe que personne ne réussit, s'il n'en a d'abord la volonté. En trop d'occasions, on se contente de dire que la sécurité est une bonne chose. La volonté ferme se traduit par des actes; agir quand et où un résultat peut être obtenu.

C'est la volonté qu'il faut à la direction pour faire les dépenses nécessaires; la volonté, aux ouvriers de comprendre la cause de la sûreté et d'y collaborer; la volonté, aux organisations professionnelles de faire des efforts dans le sens de l'éducation.

Une des parties peut être animée de bonne volonté, et l'autre pas. Dans ce cas, il y a déjà un progrès, mais on n'atteint pas le but. Il faut, de la part de tous, une acceptation complète de la primauté de la sécurité et une résolution inébranlable de faire tout ce qui est possible pour éliminer les causes d'accidents soit naturelles, soit physiques, soit humaines.

Les efforts désordonnés sont aussi mauvais dans le domaine de la sécurité que dans tout autre domaine dans les mines.

L'organisation est donc absolument nécessaire pour imprimer la direction, coordonner les efforts des ouvriers et du personnel de maîtrise, créer l'apprentissage, les exercices de sauvetage et de premiers soins, établir des consignes et des modes opératoires qui conduisent au but envisagé.

Quelqu'un, à une place déterminée, doit avoir la responsabilité de la sécurité et des moyens de l'obtenir.

Puisque plusieurs parties y sont intéressées, l'organisation du service de sûreté doit logiquement résulter d'une action combinée. C'est un argument en faveur d'une vaste organisation de tête, représentant les exploitants, les mineurs, les autorités nationales et provinciales et toutes les autres parties ayant un intérêt dans la question.

Puisque la sécurité est une œuvre personnelle et individuelle, la majeure partie du travail doit être organisée par compagnies et par mine. Puisque tout le personnel y est intéressé, il est logique que les techniciens et les ouvriers participent à l'organisation. Les efforts faits par les mineurs eux-mêmes et par leurs syndicats doivent être considérés comme le plus grand pas en avant. Par conséquent, toute tentative doit être faite pour leur faire une place, les intéresser et surtout les faire collaborer activement. La coopération des ouvriers et des Unions facilitera la besogne des directeurs et accroîtra le résultat.

Pour en venir aux précautions effectives contre les accidents, la logique encore indiquera clairement ce qu'il faut faire. Un accident provient presque toujours d'un concours de circonstances. Il faut donc éliminer chacune des causes dont la combinaison est nécessaire pour produire l'accident.

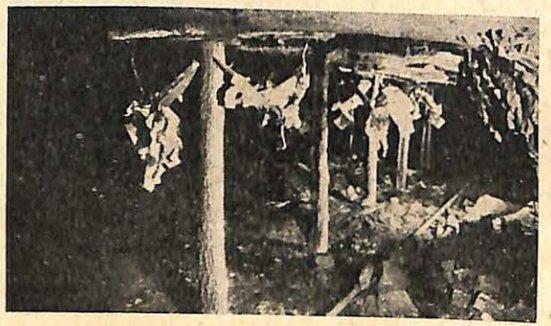


Fig. 4. — Arrêt — Barrage ayant coupé net une explosion en route.

Les explosions de grisou font sensation. C'est d'après elles que l'opinion publique, faute de connaître la situation réelle,

juge des conditions de la sécurité des mines. C'est une raison spéciale de chercher à les prévenir, s'ajoutant à la raison souveraine, perte de vies humaines, et aux charges pécuniaires de toutes sortes. Si l'on compare la situation ancienne, basée sur l'emploi unique de la main-d'œuvre, et la situation actuelle, créée par la motorisation, d'où résulte une diminution du personnel, les explosions font moins de victimes à la fois, mais il y a de nouvelles chances d'inflammation.

Récemment, on a observé une certaine tendance vers une très grande concentration de la production par siège d'exploitation. La présence de 1.000 hommes par poste dans une mine accroît très notablement les conséquences d'un sinistre. Telle sera cependant probablement la règle dans l'avenir; aussi est-il impérieusement commandé d'agir tant sur les causes de la propagation que sur celles du déclenchement d'une explosion.

L'analyse des causes qui aboutissent à un accident ouvre la voie aux améliorations qui s'en suivent logiquement. Des progrès réels ont été faits. Mais le fait qu'il y a encore des explosions, des éboulements, des déraillements, est un défi à tout homme versé dans l'industrie minière. Les regrets des erreurs et des omissions du passé doivent stimuler la volonté d'aboutir à« raréfier les accidents dans l'avenir.

La volonté, l'organisation, les procédés rationnels, les efforts mutuels sont les gages du progrès. Tous doivent faire des efforts, aussi la récompense sera pour tous.

Pour le mineur : la garantie d'une vie de travail dans une industrie payant de hauts salaires et exempte de risques, la garantie que sa famille et ses proches seront exempts de la douleur et de la gêne.

Pour l'exploitant : un meilleur rendement, un prix de revient plus bas (la sécurité paie) et la satisfaction d'avoir contribué pour sa part à la sécurité.

Pour tous deux : le respect public et la suppression des ingérences extérieures.

. . .

Observations :

A cet article est joint un petit tableau comparant le risque d'accident en 1926 et en 1946, d'où il résulte que le nombre

d'ouvriers tués par million de tonnes extraites et par an est tombé de 3,6 à 1,43 dans les exploitations de charbon bitumineux et de 5,36 à 2,80 dans les mines d'anthracites. En comparant les différentes causes, on constate que le risque d'accidents par éboulement, exprimé en % du nombre d'accidents du fond, est toujours prépondérant et ne diminue pas, tandis que le risque de mort par explosion est tombé respectivement de 18 à 4 (bitumineux) et de 11 à 1 (anthracite). Ce sont là des constatations bien encourageantes, mais dont il ne faut pas exagérer la portée. En fait, 1926 a été une année exceptionnellement désastreuse et 1946 par contre une année très favorisée. Il n'y a eu que 974 tués, dont 743 au fond dans les mines de bitumineux et 153 au fond dans les anthracites. C'est le chiffre le plus bas qu'on ait constaté depuis 1910 (1.069 en 1933, avec un personnel et un nombre de jours de travail très bas; 1.471 en 1942; 1.019 en 1945).

Les grandes catastrophes changent considérablement les pourcentages des tués annuellement. Même dans un pays aussi vaste et comprenant un personnel aussi nombreux que les U.S.A., pour se faire une idée juste de la probabilité des morts par explosion, il faut envisager une période assez longue pour faire intervenir la loi des grands nombres. La documentation très abondante que fournit le Bureau of Mines ne nous est pas parvenue pour les années de guerre. Nous devons donc nous contenter des renseignements que nous avons pu recueillir ça et là et qui sont résumés dans le tableau suivant :

	Nombre de tués par million T.	Proportion relative des causes en %			
		Eboulem.	Explosions	Transport	Divers
1926	3,80	48	17	18	17
1931	3,26	60	6	16	18
1932	3,21	53	14	15	18
1933	2,73	55	4	18	23
1934	2,81	58	4	17	21
1935	2,88	58	4	19	19
1936	2,67	57	9	18	16
1937	2,84	50	9	19	22
1938	2,78	55	4	15	26
1939	2,42	58	4	17	21
1940	2,63	47	22	17	14
1942	2,30	51	12	18	19
1943	2,27	51	13	18	18
1946	1,71	57	4	20	19

Dans l'ensemble, il y a une régression très marquée et presque continue.

Les éboulements représentent plus de 50 % du chiffre d'accidents et les fluctuations vont de pair avec celles des explosions. Malgré trois années désastreuses pendant la période de guerre, il y a sous le rapport des inflammations de grisou et de poussières un progrès notable, puisque la proportion de tués par million de tonnes est de 0,27 dans la période 1926/36 et de 0,24 pendant la période 1937/46.

La proportion d'accidents dus au roulage en galerie est presque constante, et cela aussi montre qu'il y a une décroissance notable du risque absolu du même ordre que celle des chiffres de la première colonne du tableau. C'est un résultat remarquable, si l'on tient compte de l'intensification de la production et du fait que la durée des postes a été portée de 7 à 9 heures.

Dans les divers, les accidents survenus à la surface des mines et dans les exploitations à ciel ouvert interviennent pour 5 à 8 % et ceux provoqués par l'électricité, pour 4 à 6 %. Dans ce domaine, il n'y a pas de grand changement.

Les accidents dus à l'emploi des explosifs viennent ensuite, en nette régression, avec une proportion actuelle de 2 à 3,5 % du total. La consommation d'explosifs est de 1 kg. pour 9 tonnes abattues, dont une moitié en explosifs anti-grisouteux.

Les accidents dus aux machines qui figurent dans les dernières statistiques, ont une allure assez capricieuse : 2,2 à 3,40 % du total. Dans l'ensemble, il ne paraît pas que la mécanisation ait augmenté le risque : 28 tués en 1946 contre 40 en 1945. On constate même que pour un groupe de mines à mobilisation complète, le risque est moindre que la moyenne.

ANNEXE

Un cas particulier typique des progrès que l'on peut espérer dans la réduction du nombre d'accidents est celui des mines de la Northern Pacific Railway Co, dans l'Etat de Washington. Ces mines ont été ouvertes et aménagées entre 1882 et 1886. Elles ont été le théâtre de 3 explosions : une en 1892 avec 45 victimes, une en 1909 avec 21 tués et la dernière en 1915 avec 31 tués.

Voici en résumé les accidents mortels survenus jusqu'en 1946 :

	Nombre de tués	Par million de tonnes			
1892/1901	71	16,5	dont	10,5	par explosion
1901/1912	98	7,6	»	1,6	»
1912/1921	70	7,4	»	3,4	»
1922/1931	34	4,3	»	0	»
1932/1942	16	3,1	»	0	»
1942/1946	4	1,4	»	0	»

Ces charbonnages ont été cités à l'honneur et ont obtenu une série de récompenses, notamment dans les concours entre équipes de sauvetage. La situation actuelle est due aux efforts de la Compagnie dans le sens du renforcement des règlements généraux, de l'éducation des surveillants, des améliorations de détail, tels que accouplement des wagons, boisage systématique, schistification aisée et rapide, emploi de l'air comprimé en lieu de l'électricité dans les fronts de taille, conférences périodiques au personnel et discussions des accidents survenus pendant le mois écoulé, etc...

C. — PROTECTION CONTRE LES EBOULEMENTS

La plupart des accidents proviennent de la chute de pierres ou de charbon et leur fréquence relative ne diminue pas. En présence de ce fait, le Bureau of Mines des U.S. a obtenu des crédits spéciaux pour étudier les causes de ces accidents et les moyens d'y remédier. Une partie du programme consiste dans l'organisation de cours éducatifs. Le Bureau estime que la solution est avant tout une œuvre de coopération active entre mineurs et surveillants. Il rappelle qu'il a fallu 4 ans pour convaoincre le public que la poussière de houille est explosive et 10 ans pour faire reconnaître l'utilité de la schistification. On se demande combien de temps il faudra pour obtenir une réduction notable du nombre des éboulements. Les seuls remèdes connus sont le boisage systématique, le port du casque, l'inspection du toit à la lampe et l'auscultation par le son et le choc au marteau. Ces mesures sont appliquées dans beaucoup de cas arbitrairement et sont parfois illusoires. C'est un fait dûment constaté de divers côtés qu'il arrive beaucoup plus d'accidents dans les couches réputées à bon toit, que dans celles qui exigent un boisage soigné. Il faut bien reconnaître aussi que souvent la négligence de la victime est la cause du sinistre.

Les recherches au laboratoire, si fécondes en d'autres domaines, n'offrent ici que de faibles ressources, mais il y a un vaste champ à explorer par l'étude d'appareils détecteurs de la solidité, du toit, comme dans les investigations concernant les effets de la température et de l'humidité sur les matériaux pierreux et sur les revêtements. L'étude des accidents sera faite en fonction des méthodes d'exploitation, des conditions géologiques locales, de la nature des épontes, des soutènements, des méthodes d'auscultation et de la surveillance.

Géophone.

Un mémoire sur la « *Détection des toits dangereux* » a été présenté à l'Am. Institute of Mining Engineers par Brennecke et Gallagher. Il expose les résultats des recherches faites sous les auspices de la Corporation d'Assurances et de l'Université de Lehigh. Ces investigations ont été dirigées vers l'application d'instruments capables d'amplifier et d'enregistrer les sons qui se

produisent spontanément dans les roches sous tension ou qui sont engendrés par un choc mesurable.

Le principe de la méthode est donc celui de l'épreuve routinière, mais on substitue à l'appréciation de l'homme un enregistrement réel du son entendu ou de la vibration ressentie à la suite d'une impulsion standard. Ce résultat est obtenu par l'emploi d'un « *géophone* », analogue à un pick-up, et comprenant essentiellement un cristal piézo-électrique monté sur un tube en fer de la dimension d'une cartouche de poudre. La vibration est transmise à un amplificateur et multipliée par 100.000, et le produit est reçu par un amplificateur logarithmique qui réduit les écarts du signal de telle manière qu'un rapport de 1 à 10.000 est enregistré sur une longueur d'un pouce.

A la station d'essai, on fore dans le toit un trou de mine incliné de 5 degrés sur l'horizontale et on y introduit un ou plusieurs récepteurs. On part d'un repère marqué O dans une galerie d'entrée faisant face à ce trou de mine et on avance vers les fronts de taille en choisissant d'autres stations à des distances de 25, 50, 75 pieds, et ainsi de suite. En chacun de ces points, le toit est classé comme « *bon* » ou « *mauvais* », d'après l'estimation commune de mineurs expérimentés s'aidant de la barre de choc. On compare ensuite ces appréciations aux indications lues sur le géophone et on y joint l'examen des débris du forage, qui

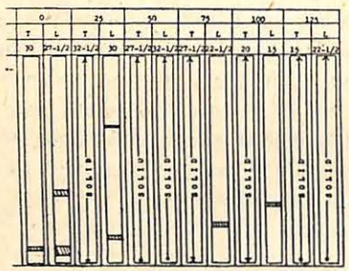


Fig. 5.

se fait à la main. Le signal enregistré par le géophone par un choc sur un toit compact est environ 10 fois (logarithme 2 : 1) plus fort que celui qui correspond à un mauvais toit. A titre d'exemple, voire le diagramme (fig. 5). La première ligne indique les abscisses des stations; les lettres T (tight) ou L (loose) la qualification du toit, bon ou mauvais; la 2e ligne donne les lectures faites sur l'instrument. Les rectangles représentent les trous de mine de 30 cm. de profondeur (le récepteur est placé au fond), les hachures indiquent la présence de cassures constatées.

Les chiffres enregistrés sont toujours plus forts dans un bon toit que dans un mauvais. A la station 25, l'écart est faible, mais dans le premier cas, la plume s'est brisée avant d'avoir achevé sa course. Aux stations 50 et 125, les indications de l'instrument contredisent celles des examinateurs et le forage a révélé une roche solide sur toute la profondeur.

On a construit un appareil léger et compact, convenant pour le transport dans toutes les parties de la mine. Le choc est donné par une barre pesante donnant un coup, toujours le même, par le déclenchement d'un ressort, et il se transmet bien jusqu'à la distance de 100 pieds du géophone. D'excellents résultats ont été obtenus dans les roches où la célérité du son est grande (par ex. les ardoises et certains calcaires) et où les fissures, quand il y en a, sont verticales. Des résultats comparables sont obtenus dans les roches à célérité moyenne avec fissures verticales; ce groupe comprend principalement les schistes argileux et les calcaires. Le succès est moins satisfaisant dans les roches à faible vitesse de transmission, c'est-à-dire les grès et les conglomérats. La méthode ne réussit pas dans les toits de charbon. (1)

Auscultation du toit par la tête.

Sonder le toit à l'outil et apprécier la vibration de la main ou de la barre de choc entraîne toujours un certain danger pour l'opérateur, parce qu'il peut y avoir une cloche prête à tomber et que l'homme se place résolument en-dessous et l'ébranle en la faisant vibrer. Celui qui frappe la roche en appuyant la tête dessus utilise la boîte cranienne pour la transmission des vibra-

(1) D'après le compte-rendu du Colliery Engineer, Avril 1947. — Voir aussi*P. Audibert, Mines Métalliques Américaines, Revue Ind. Minérale, mai 1947.* — Un géophone du Dr. Obert est utilisé dans de nombreuses Voir aussi *P. Audibert, Mines Métalliques Américaines, Revue Ind. Minérale,* positif d'alerte dans le grignotement des piliers ; *c*) comme contrôle de la chute d'un vrai toit rigide, au-dessus d'un faux-toit ; *d*) comme annonciateur de coups de toit en mine profonde (9 sur 14 prévus 24 heures à l'avance à la mine Columet and Hekle).

tions et leur appréciation, et ne court pas de risque plus grand que par la méthode usuelle. La sensation est perçue plus vivement parce que le crâne est en relation directe avec le système nerveux, et par conséquent, il suffit d'un choc très léger sur la roche. En outre, s'il arrive que la pierre ait tendance à tomber, la pression antagoniste exercée par la tête peut suffire à compenser l'effet du choc sur la cohésion de la roche et enfin, si la pierre se détache, il n'y a qu'un effet statique beaucoup moins dangereux qu'un choc dynamique.

Quand on porte un audiophone, on ne le lace pas au poignet ni encore moins à la paume de la main, où les callosités et la graisse amortissent les vibrations, mais on l'adapte près de l'oreille. Ainsi, celui qui tient en main le pic ou la barre de choc reçoit les vibrations par la main et ne les amplifie pas, tandis que la calotte du crâne transmet et fait percevoir très nettement les vibrations.

La méthode est en usage dans les mines Peoria (Illinois) et dans le centre de la Pennsylvanie, notamment dans les veines minces; elle est recommandable pour la recherche des mauvais toits. Quelques opérateurs mettent une baguette entre les dents pour vérifier si le toit choqué résonne comme un tambour ou transmet simplement le son dans la roche. Ce sont alors les mâchoires qui servent de vibrateurs. Dans les grandes couches, où on ne peut atteindre le toit qu'en montant sur une berlaine; la méthode est incommode et peu pratique. On se sert alors d'une longue verge en fer pour sonder le toit; dans le district de Centerville (Illinois), un boulet de 2 ½ pouces de diamètres est forgé sur la barre d'essai. (2)

(2) Coal Age, décembre 1946. Foreman Forum.

D. — EXPLOSION DE POUSSIERES A LA MINE CENTRALIA

Une explosion survenue pendant le poste de minage à la fosse n° 5 de la C^ie^ Centralia, le 25 mars 1947, a fait 111 victimes. D'après le rapport de la Commission d'enquête du Bureau of Mines, il s'agit d'une explosion de poussières. La cause, c'est la mise à feu d'une charge d'explosifs *dans des conditions dangereuses et non autorisées*. Le rapport ajoute qu'il n'y a aucune preuve que du méthane ait participé à l'explosion. Le point de départ se trouve situé à front de la première galerie d'entrée ouest. L'heure en a été fixée à 3 h. 26 du matin. Des 111 victimes, 65 ont succombé à des brûlures ou des chocs, 46 ont été asphyxiées par l'oxyde de carbone. Une des victimes est morte après son transport à la surface. Il y avait 142 ouvriers dans la mine au moment du sinistre, 24 échappèrent sans secours, et 8, y compris la victime qui n'a pas survécu, ont été secourus.

Le rapport résume comme suit les faits les plus saillants qui ont permis de déterminer l'origine et la cause de l'explosion :

1. — La mine était sèche et poussiéreuse, des dépôts épais de poussières existaient sur le toit, les parois, le sol et les boisages dans tous les chantiers en activité comme dans les chambres inactives ou abandonnées.

2. — La schistification n'était pas appliquée dans les fronts ni dans les entrées sur une distance considérable à partir des fronts.

3. — On n'a pas trouvé de grisou pendant les opérations de sauvetage, sauf une petite quantité dans les échantillons prélevés dans les chantiers très peu ventilés. Il n'y a aucune preuve que le méthane ait participé à l'explosion.

4. — L'explosion s'est produite à la fin du poste, quand tous les travaux avaient cessé, à l'exception du minage. Le minage est le seul travail en cours qui ait pu soulever un nuage de poussières au moment du sinistre.

5. — Des explosifs autorisés étaient mis à feu d'une manière prohibée avec des détonateurs et des mèches et on se servait de la poussière de houille comme bourrage.

6 — Les effets les plus violents de l'explosion rayonnent dans toutes les directions vers les espaces ouverts à partir de l'entrée n° 1.

7. — La flamme s'est éteinte rapidement en pénétrant dans les zones schistifiées ou dans les galeries abandonnées, où les éboulis recouvraient en grande partie la poussière du charbon.

8. — Le seul chantier en activité dans lequel il y a des preuves manifestes d'effets mécaniques en marche dans l'aire comprise entre le front et la dernière recoupe ouverte, était la galerie n° 1 ouest.

9. — Il y a des preuves manifestes d'effets rayonnant vers le nord, le sud et l'est, à partir de la jonction de cette galerie et de la dernière recoupe ouverte.

En résumant *les leçons à tirer de cet accident* pour éviter le retour d'explosions de poussière, le Comité d'enquête ajoute :

1. — L'enseignement important, c'est que les mines sans grisou ou très peu grisouteuses, ne sont pas exemptes du risque d'explosions redoutables s'il existe de la poussière sèche, et des mesures sévères doivent être prises pour écarter cette cause de danger.

2. — L'explosion a démontré qu'on sous-évalue ce risque. Si l'on veut prévenir des accidents de l'espèce, il est nécessaire de considérer sérieusement que la poussière sèche crée un danger imminent et de faire évacuer les mines ou parties de mines dans lesquelles subsiste un état dangereux, tant qu'on n'y a pas apporté les remèdes appropriés.

3. — La schistification partielle conduit à une fausse sécurité. L'arrêt d'une explosion par la schistification n'est assuré que si la poussière stérile est répandue dans tout le chantier depuis et y compris la dernière recoupe. La schistification des voies de roulage dans la mine en question a empêché la propagation des flammes jusqu'au puits et a très probablement sauvé la vie de 31 hommes.

4. — Les explosifs autorisés, chargés et amorcés réglementairement, sont sûrs. Ces explosifs bourrés avec du charbon et amorcés d'un détonateur et d'une mèche sont dangereux. Le maximum de sécurité est atteint quand le minage se fait en l'absence de tout personnel, sauf les boute-feu.

5. — Les témoignages recueillis pendant l'enquête établissent que les hommes travaillant dans les chantiers les plus éloignés du lieu d'origine de l'explosion, auraient pu se protéger contre les gaz toxiques s'ils avaient eu la moindre notion de l'utilité des barrages.

(Suit un rappel de toutes les précautions classiques, en 18 recommandations, conformes au Code Fédéral sur la Sécurité dans les Mines.)

N.B. — Cet accident attire spécialement l'attention sur les moyens de stériliser rapidement et à bas prix la poussière de houille.

Schistification mécanique.

Dans les mines à forte production, il est intéressant d'employer des dispositifs mécaniques pour l'épandage de la poussière stérile. Une pratique assez répandue est celle de réservoirs spéciaux transportés au chantier sur wagon et d'éjecteurs agissant par l'air comprimé. (1) Un système spécial est celui d'un wagon-automobile du type des locomotives ordinaires à câbles portant une trémie d'une capacité de 40 sacs de poussières avec une tuyère à oscillations commandées mécaniquement. Un compresseur d'air assez puissant permet de souffler à travers 150 m. de tuyaux dans les voies sans rails. Le tracteur peut remorquer des chariots contenant une provision supplémentaire de poussières et si c'est nécessaire, il peut écarter les wagons parqués qui seraient sur son chemin. La hauteur de cet engin au-dessus du rail est de 0,75 m.

Stérilisation par la poussière de calcaire.

Comme matériau on utilise le carbonate calcique, qui est plus efficace que le schiste et qui donne plus de garantie contre

(1) Quelques types de machines à schistifier sont décrits dans la Rev. Ind. Min., avril 1942.

la silicose. La « Lime and Stone C^ie », à Grantsville (Utah), a monté tout un atelier spécial pour la fabrication de poussier de calcaire destiné aux mines de houille. La pierre, exploitée pour divers usages, renferme 95 % au moins de carbonate calcique et seulement 2 % de silice. Les grains 0 — 6 mm. retirés au criblage, sont mis à part et envoyés à un accumulateur muni de distributeurs et d'arrêts automatiques qui alimente les pulvérisateurs. La capacité de l'atelier est de 72 tonnes par jour. L'analyse granulométrique donne 98 % de passé au tamis n° 100 et 84 % à travers le tamis n° 200, mais on peut obtenir à volonté 98 % à travers le n° 325. Ce poussier ne s'agglomère pas. Il est vendu en sacs de 100 livres.

E. — LA LUTTE CONTRE LES POUSSIERES DANS LES MINES D'ANTHRACITES

La suppression des poussières, qui s'impose dans un but d'hygiène, a le grand avantage d'éclaircir constamment l'atmosphère des mines, d'augmenter le rendement de l'ouvrier par un meilleur éclairage, de diminuer les risques d'accidents par chute de pierres et de charbon, par faux-pas et trébuchements contre le charbon, les machines et les boisages.

La mesure de la quantité de poussière suspendue dans l'air est un problème assez compliqué. Il faut choisir les types d'appareils et les points où les mesures doivent être faites; il faut des mesures au chantier et au laboratoire. Des observations faites dans les mines ont montré qu'un résultat grossièrement approximatif, mais cependant utile, peut être obtenu par une lampe électrique spéciale portée au chapeau et munie d'un réflecteur poli. Cette lampe concentre un rayon mince; quand l'air ambiant contient une quantité de poussières excédant la limite permise de 1850 millions de particules au m³, c'est visible dans le rayon de la lampe. Cette épreuve ne réussit pas avec une lampe ordinaire.

Le *forage des trous de mine* à la main ne donne que très peu de poussières, mais on a depuis longtemps reconnu la nuisance des outils pneumatiques. Les masques et les filtres portés par les foreurs sont incommodes ou inefficaces. Dans les tunnels et galeries de grandes sections, les perforatrices puissantes avec curage à l'eau reviennent à la mode. Les marteaux pneumatiques peuvent être aussi munis de dispositifs conduisant l'eau jusqu'au taillant, mais la transformation des anciens types est limitée par les délais de fourniture.

Des essais minutieux de dosage des poussières ont montré l'efficacité du curage à l'eau aussi bien en veine qu'en roche. De plus, lors du minage en charbon, la réduction est énorme si l'on arrose le front avant le tir.

Haveuses. — Quand on have au mur, un ajutage conique est monté sur la machine du côté du brin de retour de la chaîne

Fig. 6. — Arrosage du front de taille.

et le robinet est à la portée du machiniste. L'expérience montré qu'avec le jet d'eau placé de cette façon, très peu de poussière se forme dans l'entaille de havage. En même temps, l'arrosage continu refroidit les dents, en assure la conservation et diminue le risque d'inflammation du grisou.

Minage. — Le tir des mines est un grand générateur de poussières, surtout quand on tire plusieurs mines simultanées.

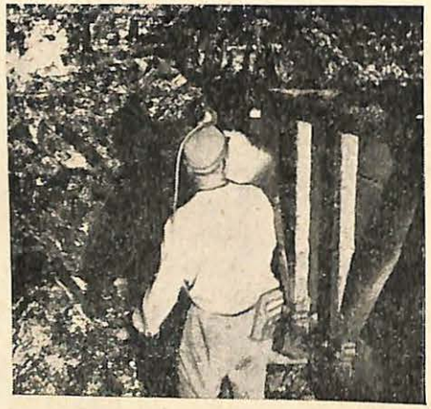


Fig. 7. — Aspect du front après arrosage. Atmosphère claire.

Un ajutage de 3/16 de pouce sert à arroser le front, le mur et les parois avant le tir, ensuite le tas de charbon abattu après le tir et aussi longtemps que c'est nécessaire pendant le chargement. La contamination de l'atmosphère est diminuée et la visibilité est améliorée. Ceci est de grande importance dans une zone où des accidents fréquents surviennent pendant que les ouvriers inspectent le toit nouvellement découvert.

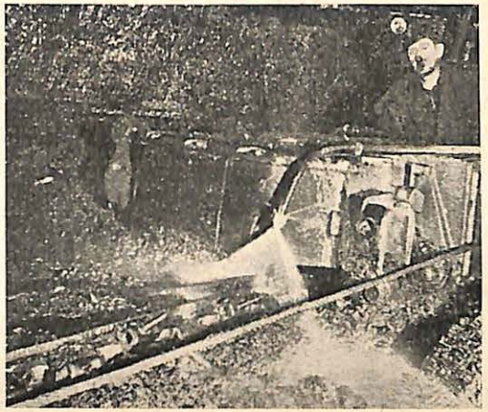


Fig. 8. — Vue de face de la haveuse. Arrosage sur le brin de retour de la chaîne.

Alimentation en eau. — L'expérience prouve qu'il faut 13,5 litres d'eau par tonne abattue à l'explosif. L'eau doit être amenée au front sous pression, soit par la gravité, soit par des pompes électriques ou à air comprimé puisant dans des réservoirs, soit par des wagons-citernes et l'air comprimé.

Les canalisations doivent avoir 2 à 3 pouces de diamètre en galeries et 1 pouce en taille. Un boyau de 50 pieds de long dessert les fronts et est pourvu d'ajutages débitant 22,5 litres par minute sous une pression de 3 kg./cm². On a trouvé que trois sortes d'ajutages sont nécessaires pour s'adapter aux différentes phases du travail. La plupart peuvent fonctionner sous une pression de 1 kg., mais on obtient de bons résultats avec 2 kg. et d'excellents avec 3 kg.

L'eau de mine étant souvent acide, les ajutages métalliques

ont souvent une vie assez courte. Une Compagnie emploie avec succès des ajutages en matière plastique.

Ventilation. — D'après les règlements, le courant d'air doit être suffisant pour diluer et rendre inoffensifs toutes fumées et tous gaz inflammables. On n'a pas prévu l'inconvénient des poussières. En augmentant le débit d'air, on augmente la sécheresse, la quantité de poussières en suspension et leur transport d'un endroit à un autre. Il faut insister sur la nécessité d'enrober d'humidité chaque particule de poussière et de l'abattre à l'endroit même où elle se forme. Si la ventilation n'aide en rien à la suppression des poussières, on peut dire par contre que les mesures de préservation aident beaucoup à la ventilation.

L'aspect psychologique de la question, c'est que les hommes ont l'impression que la ventilation est améliorée. L'aspect physique, c'est que l'aspersion et l'absorption des gaz par l'eau amènent plus rapidement l'élimination des fumées, de l'acide carbonique et des oxydes d'azote. Ces gaz sont enlevés par l'air immédiatement et ne forment plus dans les piles de charbon des poches qui se vident tardivement à la face des ouvriers chargeurs.

Voies de roulage. — Après de nombreux essais pour vérifier l'efficacité de l'arrosage, on a trouvé que les tanks mobiles n'ont que peu d'effet. Des agents « mouillants » ont été ajoutés à l'eau pour former une émulsion d'eau et de poussières. Ce procédé est coûteux et n'a pas non plus donné des résultats satisfaisants, à cause de l'évaporation rapide due à la sécheresse du courant d'air d'entrée. On a observé dans la suite que là où l'on applique un bon programme de dépoussiérage aux fronts, il y a très peu, ou pas, de formation de poussières pendant le transport.

En conclusion, on voit qu'il y a des méthodes convenables pour limiter la quantité de poussières dans l'air à des taux acceptables. On ne peut encore donner des chiffres précis sur les dépenses par T qui en résultent; elles sont certainement balancées par une plus grande sécurité et un plus grand rendement, un effet moral et probablement aussi par une plus grande stabilité du personnel.

La présence de canalisations d'eau jusqu'aux fronts contribue à diminuer le risque d'incendie.

On peut encore citer un exemple intéressant tiré de la mine Buckheart n° 17, à Canton, Illinois. Un wagon-citerne de 27 m³ est muni d'un moteur à essence actionnant une pompe de 0,10 m. de diamètre, qui sert au remplissage du réservoir et à l'arrosage des galeries. A l'arrière du train se trouvent 7 cônes d'arrosage qui déversent l'eau sous pression sur la largeur de la galerie. (« Coal Age », avril 1947, p. 122.)

Fig. 9. — Vue arrière de la haveuse opérant avec arrosage. Atmosphère claire.

F. — SOUTENEMENT DES GALERIES

1. — Le bois est encore généralement employé aussi bien en taille qu'en galeries; ce qui s'explique puisque un très grand nombre des mines sont situées en pleine région forestière. Les pièces sont en général de forte section et on pratique systématiquement la récupération. Les chapeaux en fer sont employés dans les galeries de longue durée. On a proposé d'y substituer des poutrelles en double T en ailiage d'aluminium, qui, à résistance mécanique équivalente, auraient l'avantage d'une réduction de poids allant jusqu'à 40 %. Jusqu'à présent, le prix en est prohibitif pour les soutènements permanents. Il en va autrement pour les soutènements provisoires et tout spécialement pour ceux qui sont destinés à protéger les machines chargeuses. Ces engins produisent des chocs et des vibrations et leur service ne peut être interrompu, puisque toute l'économie du chantier en dépend.

En vue de la rapidité de pose et de reprise de ce soutènement supplémentaire, on fait usage de chapeaux reposant sur des montants métalliques avec vis calantes ou formés de deux pièces télescopiques. L'emploi des métaux légers réduirait leur poids d'environ 4 kg. par mètre de hauteur.

2. — *Emploi de chapeaux en ruban d'acier ou en câbles.* — Ce système est préconisé par A. S. Balten, pour les cas où il est nécessaire de renforcer le soutènement des tailles ou des points d'accès. Les rubans sont tendus le long du toit avec une certaine flèche et ancrés à chaque extrémité sur la tête de crics dressés obliquement, de telle manière qu'ils sont plus écartés au toit qu'au mur. On laisse entre ces rubans un espace libre assez large pour placer les cadres permanents quand on a fait un certain avancement. Le cycle des opérations est donc de placer les rubans aussitôt après le boutage du charbon abattu; vient ensuite le boisage permanent et la reprise des rubans à l'arrière pour les faire resservir à front. On conseille les rubans d'acier de 30 cm. de large et de 6 mm. d'épaisseur, ou des câbles de 9 mm. assemblés à chaque extrémité par une plaque soudée, comportant une plaquette à cisailler qui permet l'allongement de la flèche du chapeau quand la charge devient excessive par suite du détachement d'un faux-toit de schiste ou de charbon abandonné. Un

avantage spécial de ce système est le peu d'encombrement en hauteur, très appréciable dans les veines minces.

3. — Au meeting annuel de l'Association des Ingénieurs des Mines américains, section du Centre des Appalaches, en 1946, le boisage a fait l'objet d'intéressantes discussions. (1)

E. Frank Miller, de Grant Town, W. Va., a produit un mémoire intitulé : « *Soutènement sûr des fronts de taille avec chargement mécanique* ».

On exploite la couche de Pittsburg en abandonnant au toit une laie de 20 à 25 cm. qui supporte un faux-toit de 0,90 m. à 1,20 m., constitué de schistes friables et de charbon sale. Comme mesure de précaution, on emploie des billes de bois de 4,20 m. de long placées au-dessus de la chargeuse et reprises 2 par 2 à mesure qu'on avance. Au lieu de soutenir ces chapeaux suivant la pratique courante, par des montants en bois de 2 m. de hauteur environ, on les fait porter directement sur la veine par des chevilles en fer rond munies de selles d'appui.

On fore dans la veine à 0,30 m. sous le toit des trous de 2 à 3 pouces de diamètre et de 0,50 m. de profondeur. Le forage est fait à la tarière mécanique par l'équipe ordinaire de forage. Les chevilles ont 0,90 m. de long et sont formées de rails de rebut de 14 kg./mc; une moitié est forgée, en barre ronde, qui s'enfonce dans les trous de mine, et à l'extrémité de l'autre moitié, on soude une selle de support qui reçoit la bille. Celle-ci est calée au toit par des coins.

L'avantage de cette méthode, c'est d'éliminer la chute des montants qui peuvent être heurtés par la chargeuse. En outre, on économise la fourniture des montants de 2 m., ce qui représente 75 à 100 dollars par jour, non compris le transport et la manutention. En employant des rails de rebut et en les façonnant à la forge de la mine, on fabrique les chevilles à bas prix et on les fait resservir constamment. Cette méthode a été introduite à Grant Town au début de 1944 en employant des fers ronds du commerce de 1 ½ pouce de diamètre. A cette époque, Mc Miller n'avait pas entendu dire qu'il existât un semblable système dans d'autres charbonnages. (1)

4. — *Charbonnage d'Arkwright.* — Un autre système (2), également appliqué dans la veine de Pittsburg, consiste dans l'emploi d'étançons en acier, à vis, et appuyés non pas sur le mur, mais sur des chevilles en fer de 4 cm. de diamètre enfoncées dans la veine. Des trous horizontaux de 60 cm. de profondeur sont forés horizontalement dans la paroi à 60 cm. au-dessus du mur par l'équipe ordinaire de forage. Les barres de fer y sont enfoncées de manière à faire saillie sur 7 à 10 cm. Les étançons s'appuyent par une sorte de coussinet concave; ils sont en tubes de 5 cm. de diamètre et la vis permet un jeu de 30 cm. Ils ont une charge de sécurité de 8 tonnes; ils supportent la beile par une tête à rotule orientable à volonté. Les beiles ont 18 x 12 cm. de section et 4,20 m. de long. Elles sont espacées de 1,20 m. et il y en a au minimum 5 à partir du front. L'avantage du système consiste dans un gain de temps et dans la facilité de bien nettoyer la voie par la pelle chargeuse. (3)

5. — *Machine à boiser.* (4) — Une boiseuse, inventée par Mr. H. Gay, et construite d'abord par Th. Maynard, a été cédée à la Joy M. C°, qui a apporté des améliorations qui la rendent adaptable à diverses conditions de gisement.

Cette machine, installée d'abord à la mine Ben Creek n° 1, de la Gay Mining C°, comté de West Virginia, a permis de réduire l'équipe de boiseurs de 5 à 3 hommes et d'augmenter la production de 40 à 50 tonnes pour chaque machine chargeuse.

La couche exploitée a une ouverture de 1,80 m. à 2,70 m. Le toit comprend d'abord 20 à 30 cm. de schiste peu adhérent, puis un grès tendre de caractère et d'épaisseur très variable. En certaines places, le faux-toit fait défaut et le grès repose sur la veine. Le charbon est havé au mur sur 2,10 m. de profondeur et abattu par des cartouches Cardox. Tous les traçages ont 5,40 m. de front. On place 2 ou 3 cadres par avancement. Deux machines Joy chargent des wagons de 5 tonnes qui, eux-mêmes, sont conduits à un élévateur et à des wagons de 7 tonnes à fond mobile. En 1942/43, la production était de 1.200 à 1.400 tonnes par jour; par un plus grand développement et par certaines améliorations de détail, elle est actuellement de 1.600 à 1.900 tonnes.

(1) Extrait du Coal Age, déc. 1946, p. 140.
(2) Ibid., février 1947.
(3) Un système analogue de crompons enfoncés dans des trous de mines est employé en Europe depuis longtemps pour soutenir les cadres dans les puits en fonçage (4.e D).
(4) Coal Age, May 1947.

Le but de cette machine est de lever et de mettre en place les chapeaux contre le toit, pendant qu'on prépare et qu'on place les montants, et de scier ceux-ci à la longueur voulue. Le châssis (2 m. × 8 m.) est monté sur 4 roues à bandages en caoutchouc; il est mû électriquement par un courant de ligne et un conducteur enroulé sur un dévidoir. Un pivot central porte un bras en acier qui s'abaisse sur l'arrière du truc et se relève par un moteur hydraulique de 3 HP. Une selle placée à l'extrémité supporte la beile et la maintient horizontalement; elle tourne sur pivot et permet ainsi de diriger la pièce dans la position voulue; la pression hydraulique cale le chapeau contre le toit jusqu'à ce que les montants soient bien placés. Quand la hauteur du toit est trop grande, on intercale des blocs de bois entre le chapeau et la selle d'appui. La caisse peut contenir 12 grosses pièces ou 24 petites, en plus des coins et des outils. La puissance du moteur propulseur est de 15 HP. et celle du moteur de la scie, 5 HP. Les moteurs sont du type antigrisou. La scie circulaire est normalement masquée sous le fond et dans un coin du truc; un bras à la Cardan sert à la dégager et à l'appuyer sur le bois à tailler qu'on pose en travers du châssis. L'équipe de 3 hommes dessert jusqu'à 25 voies par poste de 7 heures.

Avant l'emploi de cette machine, chaque wagon-navette avait une perte de 40 minutes pour la production, parce qu'il servait aussi à transporter les bois au chantier, pour éviter que les hommes aient à porter les chapeaux et les montants sur une distance de 120 m. Même avec les wagons-navettes, il fallait quelquefois s'arrêter à 30 m. du front pour éviter de bloquer d'autres appareils mécaniques. Un wagon spécial pour le transport des bois eût été une solution, mais comme l'expérience l'a prouvé, la machine à boiser travaille mieux et plus économiquement. En plus, elle rend un grand service en transportant aussi les cartouches Cardox vides.

Chaque panneau de 5 piliers a sa machine. Les chapeaux ont 4 m. 20 de long et une section transversale de 10 × 20 cm. ou 12 × 20 cm. suivant les conditions du toit. On place 2 cadres par avancement. Les montants de 2 m. ont une section de 15 cm.

au petit bout (rond ou carré). Dans la voie principale, la distance des cadres est de 1 m. 50, réduite à 0,90 m. dans les tournants et les traversées (voir le plan, fig. 14).

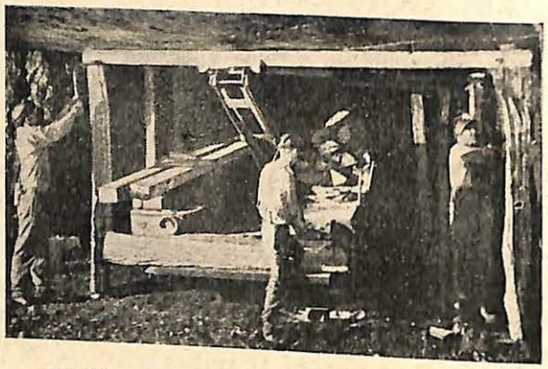


Fig. 10. — Machine en action dans une couche de grande ouverture.

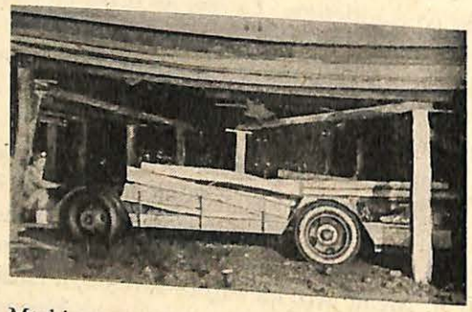


Fig. 11. — Machine pour couche moyenne, en marche vers les fronts avec sa charge de bois.

En 1946, la couche supérieure (de 1,25 m. d'ouverture avec des intercalations et un mauvais toit) a été mise en exploitation. Cela a conduit à une nouvelle machine, plus basse, n'ayant qu'un encombrement de 0,90 m. en hauteur et on prévoit même 0,80 m.

L'économie réalisée par le boisage mécanique est estimée à 40.000 dollars par an.

Fig. 12. — Machine en marche vers les fronts. A l'avant, boîte de cartouches Cardox.

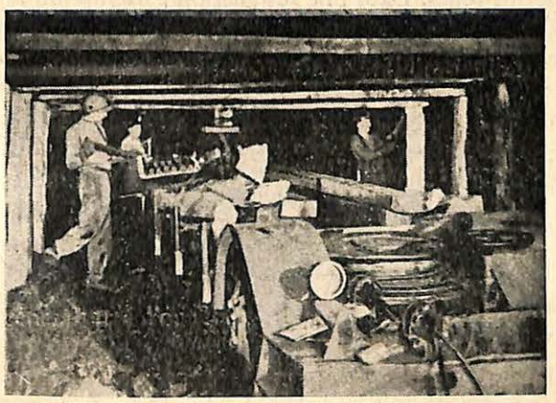


Fig. 13. — L'ouvrier à droite cale le montant, celui de gauche charge les cartouches Cardox vides. Les blocs de bois entre la selle et le chapeau sont exceptionnels.

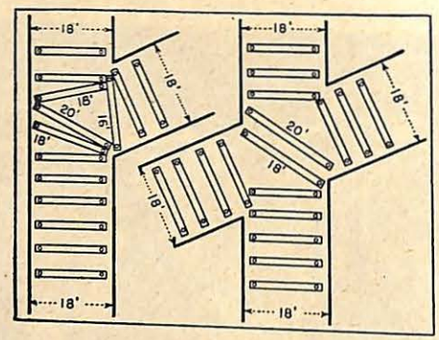


Fig. 14. — Modèle du boisage en galeries.

G. — CAMION-NAVETTE

Les applications en grand de la voie sans rails remontent à 1936. En appliquant le système d'une façon absolue dans une nouvelle mine, les voies primaires et secondaires sont munies de transporteurs à courroie et il reste à établir la liaison entre les voies et les chambres. Ceci peut se faire par convoyeur ou par véhicule sur roues. Dans une installation existante où le transport est organisé par locomotives et grands wagons, on applique le système d'une façon mitigée pour le service des chambres seulement. Dans les débuts, on a fait usage d'un tracteur automobile remorquant un wagon à fond articulé, monté sur 2 roues seulement, qui sont caoutchoutées et à double bandage. Le tracteur est mû par une batterie d'accumulateurs et les roues d'arrière sont à bandages doubles. Les haveuses et les chargeuses ont été montées soit sur chenilles, soit sur roues en caoutchouc. La pénurie de matières premières pendant la guerre a retardé les progrès dans le développement de ce genre de transport, mais il a actuellement repris la vogue.

Un specimen intéressant de cette modernisation, c'est le *camion-navette*. Il doit son nom à ce qu'il court alternativement à charge et à vide entre le front et le point de chargement sur courroie ou sur grand wagon. D'une façon générale, c'est un camion automobile, ordinairement mû par accumulateurs, et le

fond est muni d'un convoyeur à raclettes en vue d'accélérer le chargement et le déchargement. (1) La figure n° 15 montre le type construit par Joy. Les modèles courants sont désignés par Joy 42 D_2 et 32 D_1. En voici les dimensions principales :

	42 D_2	32 D_1
Hauteur :	1,06 pour 5 T.	0,80 pour 2,5 T.
	1,22 pour 6 T.	0,95 pour 3,5 T.
Vitesse : à vide	8 km/heure	8 km/heure
à charge	6	6
Poids mort avec batterie :	5,7 ou 6 T.	4,9 ou 5,1 T.
Poids de la batterie :	2,2	2,2
Encombrement : largeur	2 m.	2 m.
longueur	6 m. 10	6 m. 10
Ecartement des essieux :	2 m. 50	2 m. 50

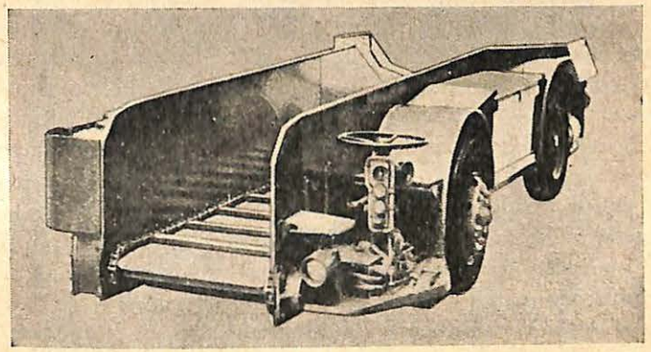


Fig. 15. — Wagon-navette.

(1) Figure tirée du Colliery Engineering, 1944. Les modèles tout récents marqués SC 6 ou SC 5, ont une capacité respective de 5 et de 8 tonnes.

La batterie a une capacité de 300 Ampère/heures, et des dispositions sont prises pour le chargement. Quand on emploie le courant alternatif en ligne, on installe une commutatrice de 15 Kw.

Le camion-navette exige des chambres d'au moins 3 m. de largeur. Il est recommandable de raccorder les chambres aux entrées par des courbes de 45° d'angle au centre et d'un rayon extérieur d'au moins 6 m. et d'un rayon intérieur de 4 m. 50. Un camion-navette dessert habituellement 3 ou 4 chambres contiguës. Il décharge directement sur trémies ou sur courroies. Pour le chargement des grands wagons, on emploie un élévateur Joy; c'est un transporteur à raclettes qui ressemble à celui des machines chargeuses et qui est porté sur un châssis oblique. La partie avant, en forme de trémie, repose dans une petite fosse creusée dans le mur, à l'endroit où finit la voie ferrée. On déplace l'élévateur d'une longueur de panneau au fur et à mesure de l'avancement et on prolonge en même temps la voie ferrée normale et la ligne électrique. Avec une bonne organisation, le changement de l'élévateur n'entraîne qu'un retard de 1 h. 30 à 2 h. dans le trafic. La distance parcourue par le wagon-navette dans les chambres et les voies est variable avec le développement. On estime qu'elle ne doit pas dépasser 150 m.; elle est plus habituellement de 100 à 120 m.

La prise de courant peut se faire, comme pour les locomotives auxiliaires, par un courant de ligne et un câble sur dévidoir. Les conditions convenant à ce dernier système sont un mur tendre et humide et une pente prononcée, et dans un autre ordre d'idées : le classement de la mine et les règlements qui imposent un aérage séparé et le revêtement incombustible des parois pour la station de charge des accumulateurs, ce qui n'est pas toujours possible. Les conditions favorables à l'emploi des batteries sont : un mauvais toit, un mur dur, une ouverture de moins de 1 m. 20, remblayage partiel avec les stériles, présence de portes et de toiles d'aérage. Les principaux avantages du système sont une plus grande vitesse, plus de souplesse et de facilité de manœuvre.

Comme améliorations reconnues désirables par l'usage, on signale :

a) des bandages plus larges, spécialement pour les voies humides et boueuses, et pour mieux atténuer les chocs dus au sol raboteux et aux coups de frein;
b) mise hors circuit automatique de la batterie quand le voltage tombe en-dessous du taux admissible;
c) position plus confortable du machiniste;
d) améliorations de détail, des câbles et des connexions avec le dévidoir.

H. — WAGON GRAISSEUR

La Cie Simpson Creek, à Galloway W. Va, a installé en 1946 un truc graisseur qui a l'avantage d'accroître le temps de travail utile et de réduire les salaires et autres frais d'entretien du matériel souterrain. Cette mine produit 7.400 tonnes/jour en deux postes. Deux hommes avec le truc graisseur entretiennent pendant le poste de nuit les haveuses, chargeuses et autres appareils dispersés dans un champ d'exploitation qui s'étend sur une longueur de 2.500 m. Cet appareil, qu'on pourrait appeler « atelier de service sur roues », a été construit par la Lee-Norson Co, de Charleroi Pa. C'est un wagon électrique à troley et à câble sur dévidoir roulant à 10 ou 12 km./heure. Le courant continu à 250 V. alimente le moteur de traction (7,5 CH) et un com-

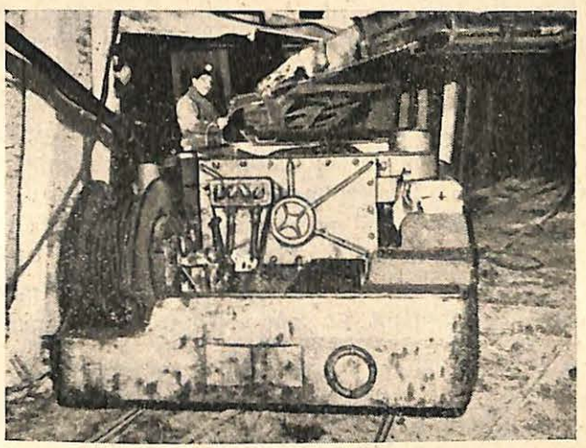


Fig. 16. — Wagon-graisseur en place sous la chargeuse à graisser. A gauche le dévidoir ; au centre, la caisse du moteur.

presseur d'air de 3 CH. Le truc porte 3 réservoirs et 2 barils, chacun contenant respectivement de l'huile et les lubrifiants pour châssis et transmissions. Il pèse 3,6 T. à vide et 4,8 T. en charge. Encombrement : 3,25 × 1,80 × 0,90 m. Voie de 1,05 m. d'écartement. Diamètre des roues : 0,40 m.

La mine est à flanc de coteau et exploite la veine de Pittsburg de 1 m. 80 à 2 m. d'ouverture. Le wagon graisseur sort chaque jour pour le remplissage. Il transporte un ouvrier et un aide; ils prennent leur service à minuit 50 et rentrent à 8 heures du matin; ils desservent toutes les machines dans les chantiers munis de voies ferrées et remplissent les cannettes pour les appareils en service dans les chantiers sans rails. Chaque nuit, on dépense 340 litres d'huile ordinaire, 68 litres d'huile pour engrenages et un baril de graisse. La nuit du dimanche, on lubrifie également avec le truc graisseur, à l'entrée des chantiers sans rails, tous les wagons, les chargeuses et les culbuteurs; pendant la semaine, ces appareils sont graissés à la main par les machinistes.

Une machine chargeuse peut être graissée à la rigueur en 10 minutes, mais avec l'inspection, la mesure des températures, etc., l'équipe reste environ 12 minutes.

Avant la mise en service du wagon graisseur, le graissage était fait par chaque machiniste pendant le poste de travail. Ceci a bien des inconvénients. La production chôme pendant 30 minutes par jour et les machines ne sont pas toujours convenablement lubrifiées. Les hommes sont souvent fatigués, font le graissage à loisir et parfois négligemment; maintenant ils ont plus de temps devant eux pour les inspections et les petites réparations. Les avantages du nouveau système sont nombreux. La forte pression assure l'injection du lubrifiant dans les parties reculées des paliers et des mécanismes. Les lubrifiants restent propres. Il y a moins de danger d'incendie par suite de l'élimination de l'égouttage et du renversement; par la même raison, il y a économie de lubrifiant. Le coût de l'appareil est rapidement récupéré.

I. — NOUVEAU BRISEUR DE CHARBON A AIR COMPRIME

Cet outil est intéressant par l'originalité du mode d'action. Dans l'Arkansas, on exploite un charbon ou lignite dont le pouvoir calorifique est de 2730 à 3500 calories, assez friable, donnant 10 à 40 % de menu. Les couches ont une puissance de 0,45 m. 4 2 m. 40, et sont exploitées en partie à ciel ouvert, jusqu'à 12 m. de découvert, en partie souterrainement.

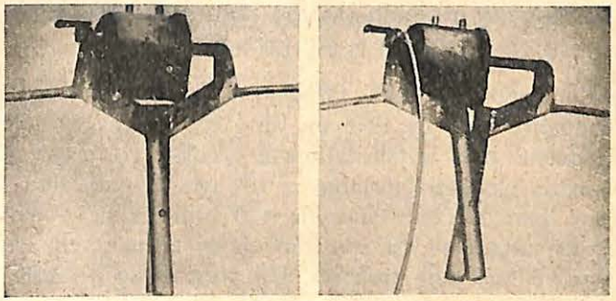


Fig. 17. — Brise-charbon.

A la mine Jackson and Squire, Mansfield, le découvert met à nu une couche de 0,60 m., qui est abattue à part et ensuite chargée dans les wagons par une pelle de 1,5 m.c.

Pour l'abatage, on fore jusqu'au mur des trous de 9 cm. de diamètre, espacés de 0,90 m., en 2 lignes, suivant le front. Le briseur comprend un cylindre de 20 cm. de diamètre sur 30 cm. de course. La tige du piston a 4 cm. de diamètre et agit par un système de barres sur les 2 branches d'une sorte de cisaille; l'articulation est au milieu et constituée par un rivet de 2 cm. de diamètre. Les mâchoires et le bâti sont en acier au nickel. Les tenailles étant refermées forment un cylindre de 84 mm. extérieur, entrant facilement dans les trous de mine; leur longueur totale est de 0,95 m. La tuyauterie d'air comprimé s'insère par le haut; la pression est de 6 à 8,4 atm. De chaque côté est attaché un manche de 0,60 m., le poids total est de 80 kg. et la manœuvre se fait par 2 hommes. Ceux-ci laissent tomber l'outil jusqu'au fond du trou et ouvrent le rabinet d'air comprimé; le charbon est cisaillé au fond et au bord du trou, on relève la machine et on passe au trou suivant. Ce système s'est montré supérieur au minage ou aux cartouches hydrauliques. Les 2 hommes débi-

tent facilement 600 tonnes en 8 heures et la sécurité est bonne.

Le personnel total est de 50 hommes pour une production de 750 à 1.000 tonnes par jour : 3 équipes de 7 hommes au découvert, 5 hommes aux ateliers, 7 au culbuteur, 10 à la veine, 6 aux trains et 1 contremaître.

J. — VASTE PROGRAMME DE FABRICATION D'HUILE ET DE GAZ

La Compagnie minière « *Pittsburg Consolidation Coal C°* » a fait connaître en mars 1946 un vaste programme d'études et d'établissements pour la fabrication de gazoline et de gaz riches en partant du charbon bitumineux. Il s'agit de créer une vaste entreprise, dont le coût serait de 120 millions de dollars en 1950-51. En attendant, la construction et la mise en activité d'une usine d'essai sont projetées. Un programme de cette ampleur doit passer par trois phases : 1) le plan d'ensemble et les essais fondamentaux au laboratoire; 2) la construction d'une usine pilote, qui est actuellement décidée. Après un an ou plus de ce travail à échelle modeste, viendra la préparation du financement des projets de grande envergure commerciale. Ce sera probablement une association des diverses industries directement intéressées dans l'opération, avec l'appel aux souscriptions publiques; 3) le dernier pas sera la construction et la mise en marche de l'usine projetée.

L'usine d'essai sera établie à Library Pa., elle aura une consommation de 50 tonnes de charbon par jour, elle coûtera 300.000 dollars et produira 70.000 m³ de gaz appropriés à la synthèse des combustibles liquides et de gaz riches.

L'établissement définitif serait situé à 25 milles de Pittsburg, à proximité d'une ligne de chemin de fer à grand trafic; il consommerait 20.000 tonnes de charbon par jour, assurant ainsi du travail à 2.000 mineurs, 2.000 ouvriers à l'usine et 2.000 autres employés à fournir les matériaux, l'outillage et les magasins. Il pourrait accroître de 40 millions de dollars le pouvoir d'achat de la région, tandis que les canalisations des compagnies pétrolifères n'amènent pratiquement pas de nouvelles entreprises ni d'accroissement de puissance. Mettre le charbon sous une forme que réclame le consommateur est d'une importance spéciale pour la région de Pittsburg, qui n'a plus de grandes réserves

de charbon vierge et qui a grand besoin de s'approvisionner en combustible gazeux.

Les conditions de la concurrence avec les bassins houillers voisins sont devenues difficiles dans l'Ouest de la Pennsylvanie. Si la production s'y maintient, c'est à cause de la densité de la population et de la proximité de foyers intenses de consommation. Un avantage particulier du nouveau projet serait sa grande souplesse. La production journalière serait de 14 millions de m³ de gaz pendant les mois d'hiver; elle serait réduite de moitié pendant les mois d'été et, par compensation, la fabrication de gazoline serait accrue. Elle atteindrait 14.000 barils dans cette saison, où l'automobilisme est le plus exigeant.

Les problèmes posés par une entreprise de cette envergure sont si coûteux qu'aucune société minière isolée n'aurait pu s'y risquer. La fusion des C^ie^ de Pittsburg et de Consolidation en permet la solution. Les progrès réalisés dans les procédés d'hydrogénation depuis la période d'avant-guerre, notamment par la Standard Oil C°, ont conduit à solliciter des arrangements avec celle-ci, qui possède 3 usines dans le Texas et le Kansas et produit 7.000 barils de combustible liquide en partant du gaz naturel.

Le programme envisagé correspond à une production de 6 millions de tonnes de houille par an et on estime qu'une durée de 30 ans est nécessaire pour amortir le premier établissement. Il faut donc une réserve de 180 millions de tonnes; elle est assurée par 3 mines importantes, dont deux sont situées en Pennsylvanie, et une troisième, qui est la réserve d'avenir, se trouve dans l'Etat d'Ohio.

L'intérêt que présente la question des combustibles synthétiques aux Etats-Unis a fait l'objet d'autres études encore. Un mémoire, intitulé : « *Le charbon et la chimie, bases de nouvelles industries* » (1), expose les conditions de la concurrence entre le charbon et les autres combustibles.

La houille acquiert actuellement une valeur comme matière première des industries chimiques : 1) les procédés actuels d'hydrogénation sont assez perfectionnés et le prix de revient est assez bas pour permettre aux huiles et gaz de synthèse de faire

(1) Coal Age, mai 1947.

concurrence aux produits extraits des pétroles naturels; 2) la nécessité d'avoir deux sources de combustibles liquides résulte de la diminution croissante des réserves de pétrole; 3) la hausse des prix des dérivés du pétrole favorise la concurrence des autres sources possibles : charbon, schistes et grès bitumineux; 4) le fait que tous les combustibles hydrocarbonés sont techniquement interchangeables donne à la houille de grandes chances de se substituer aux autres types par la diminution des frais de production.

Cependant, ce n'est pas demain que « ceci tuera cela ». Il reste beaucoup de recherches à faire, d'argent à dépenser, etc., sans compter l'avantage d'une position acquise par les gaz et pétroles naturels. Enfin, le prix de la houille ne cesse de monter.

Quant à l'énergie atomique, tout le monde s'accorde à dire que la date de son application industrielle est encore lointaine, étant donné l'énormité des frais de production.

En tout état de cause, le charbon a l'avantage à cause : 1) de ses réserves abondantes, 2) de la possibilité de diminuer le prix de revient, 3) des réserves limitées des autres ressources, et 4) de la nécessité impérieuse d'assurer aux Etats-Unis une indépendance absolue et continue dans leurs approvisionnements de combustibles, de quelque nature qu'ils soient.

Si la houille, comme il est probable, peut produire des gaz et des huiles à bas prix, non seulement elle peut conquérir de nouveaux marchés, mais elle se fournira de nouvelles armes pour la lutte actuelle sur les marchés existants (usages domestiques, chemins de fer, générateurs de vapeur) et elle offrira du nouveau au consommateur mécontent du charbon.

L'enjeu de la lutte n'est pas négligeable. Théoriquement, c'est le marché complet des huiles et des gaz naturels, c'est-à-dire environ 450.000.000 ou 160.000.000 de tonnes respectivement. Bien entendu, l'enjeu pratique restera fort en-dessous pendant un temps imprévisible, qui dépend de la situatioon géographique et d'autres facteurs importants. On peut estimer que la houille pourrait évincer 250 millions de tonnes de pétrole et 50 millions de tonnes de gaz annuellement. Le tonnage de houille à produire serait naturellement plus élevé, vu que les procédés de transformation occasionnent un certain déchet.

Enfin, il est à noter que, si les charbonnages sont propriétaires des usines et des réseaux de distribution, ils peuvent espérer le bénéfice d'une position stable et de la vente directe au consommateur.

K. — GAZEIFICATION SOUTERRAINE DU CHARBON

Tous les procédés d'hydrogénation du charbon ont pour point de départ la transformation en gaz suivant les principes du gazogène ou du gaz à l'eau. Lorsque cette opération se fait à la pression atmosphérique, elle transforme en gaz 60 ou 70 % du carbone solide. L'emploi des hautes pressions, des catalyseurs, et l'alimentation en oxygène au lieu d'air, caractérisent les procédés industriels qui se sont succédés depuis 1927 (Bergius, Fischer, Tropsch, Lurgi) et qui permettent de transformer 80 % du carbone avec un rendement de 40 à 45 % en combustibles liquides. Toutes les sources de gaz se prêtent à cette fabrication. C'est ce qui a conduit à imaginer le procédé de la gazéification souterraine.

Les premières tentatives en vue de cette exploitation aux Etats-Unis ont été faites en janvier 1946 à la mine Gorgas (Ala) de la C^ie^ Alabama Power. Cette C^ie^ est propriétaire de mines et exploite une station génératrice de 200.000 Kw. et projette d'en établir une seconde de 240.000 Kw. Les essais sont conduits par la direction de la mine, avec l'aide du « Bureau of Mines » et du « Southern Research Institute ». Un rapport en a été présenté par J. V. Hightower dans le « *Chemical Engineer* » et en extrait dans le « *Coal Age* ».

L'entreprise a débuté en 1946 sous la direction de M. Fies et elle est actuellement en cours. Le lambeau choisi est situé à 10 m. de profondeur et séparé du corps du gisement par une tranchée. Deux considérations principales ont déterminé ce choix. D'abord, il était nécessaire de faire cette première expérience dans une partie du gisement, qui puisse, à un moment donné, être isolée facilement et en toute sûreté. Ensuite, il était désirable de choisir une couche peu profonde afin de pouvoir enlever la couverture et se rendre compte de l'influence du feu sur les roches du toit.

D'autre part, cette faible profondeur expose au danger de voir le feu s'étendre jusqu'à la surface et, par conséquent, elle limite la pression d'injection de l'air et de la vapeur d'eau. On

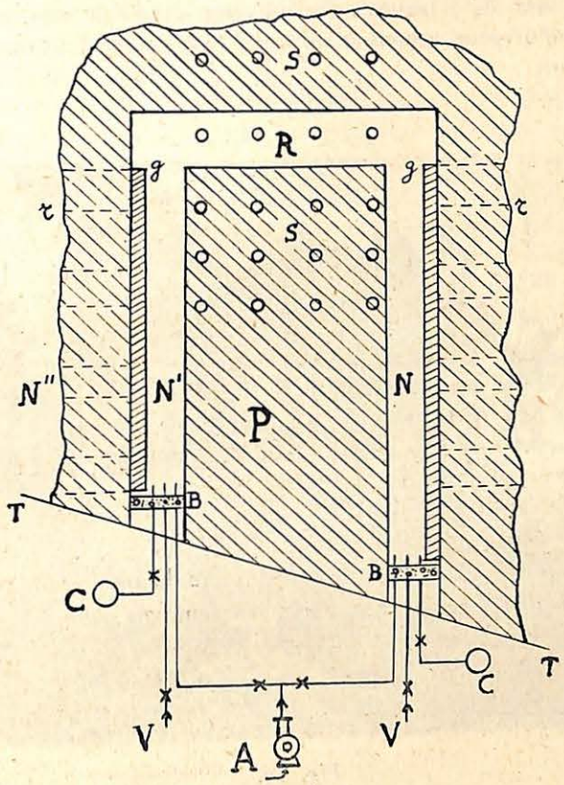
n'a pas dépassé 1/10 d'atmosphère et même à cette basse pression, on a eu des feux à l'extérieur. On a pu les arrêter par des bouchons d'argile et un grunitage de 10 cm. tout le long du massif mis à nu.

La couche de houille a une ouverture de 0,90 m. On y a tracé un pilier circonscrit par 3 voies pour la circulation des gaz. Deux chassages, l'un de 42 m., l'autre de 51 m. de long, sont reliés par une transversale de 12 m. de long. Les dimensions de ces galeries sont de 1 m. 80 de large sur 0,90 m. de haut. Des sacs d'argile sont empilés le long des parois latérales des chassages pour empêcher la propagation du feu dans le massif environnant. Des barrages en béton ferment les entrées. On y a ménagé un tuyau de 0,60 m. de diamètre venant du ventilateur, un tuyau de retour de même section aboutissant à une cheminée d'appel de 12 m. de hauteur et un tuyau de 5mm. pour l'introduction de la vapeur d'eau. L'installation est en double et symétrique, de telle manière qu'on peut conduire la combustion dans un sens ou dans l'autre (fig. 18). On a cherché de la sorte à réduire au minimum une combustion irrégulière du bloc de houille.

La mise à feu se fait en laissant tomber une bombe incendiaire dans un forage aboutissant au milieu de la transversale. On a établi au début une série de regards et d'instruments pour mesurer la température, la pression et la composition des gaz en différents points. Ces ouvertures, munies de hublots en pyrex, étaient à 7 m. 50 de distance et s'étendaient dans le massif au delà du pilier tracé. Mais le feu ayant gagné au delà des limites prévues et jusqu'à la surface, on a dû boucher tous ces regards. Pour continuer les observations, 16 sondages verticaux de 10 cm. de diamètre ont été forés à partir du sommet du plateau et munis de têtes de captage, de manomètres et de thermocouples. Dans la suite, on en a encore fait quatre pour remplacer ceux qui ont été endommagés. En photographiant périodiquement des mires placées sur les tubages, on a pu mesurer l'affaisement du sol consécutif à la marche du feu.

Les opérations ont été conduites de différentes façons, mais principalement, d'après le principe des gazogènes, en injectant de l'air. On a aussi tenté des injections de vapeur d'eau et d'oxygène pour produire du gaz à l'eau.

Dans la marche en gazogène, le débit a été de 40 m³ par



Légende de la figure 18. — T, T' : tranchée d'accès. — P : pilier tourné. — N, N', N'' : voies de niveau. — R : recoupe. — B : barrages en béton. — g : garnissage d'argile. — r : regards. — S : sondages. — A : ventilateur. — V : tuyau de vapeur. — C : cheminée de retour.

minute d'un gaz contenant tout l'azote de l'air et d'un pouvoir calorifique de 430 calories. Avec alimentation en oxygène, un essai de deux heures a donné 6,3 m³ de gaz à 1940 calories. La provision d'oxygène liquide était assez faible et n'a pas permis de dépasser cette production. C'est trop peu pour obtenir un bon résultat, cela donne moins d'oxygène disponible qu'un courant de 40 m³ d'air atmosphérique. La température a atteint 1200° C., mais en moyenne elle s'est tenue entre 720 et 840° C.

Un essai de 3 heures, avec injection de 40 de vapeur d'eau pour 60 d'oxygène, a produit du gaz à 1350 cal. au taux de 28 m³ par minute

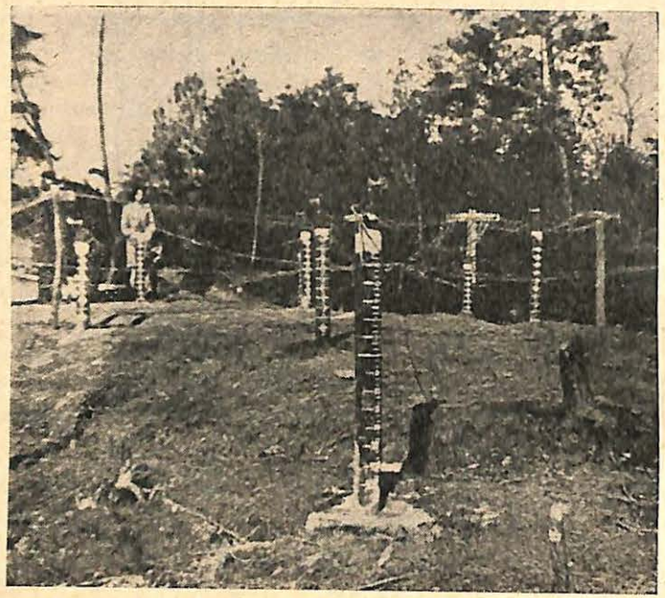


Fig. 19.

ANALYSES

Production en m³/min.	40	6,3	28
Pouvoir calorifique (cal.)	480	1940	1350
CO^2 %	16,2	26,0	55,4
CO	4,2	19,2	12,6
O^2	0,4	1,0	1,4
Gaz éclairants	0,2	0,4	0,2
H^2	7,4	34,4	18,8
CH^4	1,4	4,3	4,6
N^2	70,2	14,7	7,0

On fera connaître plus tard les résultats plus complets de cette gazéification, ainsi que ceux des examens du foyer et des roches de couverture.

En dépit des inconvénients signalés, cette expérience de Gorgas est destinée à fournir des renseignements précieux sur la marche des opérations, la qualité et la quantité des produits, les frais de production. C'est avant tout une recherche pour vérifier s'il est pratiquement possible d'employer en Amérique un procédé qui est exploité industriellement en Russie et qui le sera prochainement en Belgique dans une mine abandonnée du bassin de Liège. Les plans russes prévoient une production de gaz de 3 millions de m³ par jour en 1950. Pour le moment, l'intérêt principal de l'essai en Alabama réside dans l'étude des problèmes techniques et du rendement de la transformation du charbon. De ce dernier point de vue, on attend de l'essai quelque lumière sur l'utilisation pratique du gaz produit dans les foyers, la fabrication d'hydrocarbures synthétiques et d'autres industries chimiques. Mais ce ne sera jamais qu'un effort préliminaire frayant la route à de plus grandes entreprises.

TABLE DES MATIERES

Avant-Propos 283
Aperçu général 285
Question ouvrière 286
Prix de revient. Marché du charbon 289
Evolution du machinisme et des méthodes 290
Renseignements statistiques 296

A. **Comment réduire le prix de revient dans les mines de houille** 299
Annexe I.
Trente moyens d'abaisser les frais de production dans l'avenir 311
Annexe II.
Réduction des dépenses au chantier 313
Annexe III.
Effet utile dans l'exploitation à ciel ouvert . . . 314
Annexe IV.
Meilleur service dans les exploitations à ciel ouvert . 315
Annexe V.
L'Energie, facteur de l'effet utile 317
Annexe VI.
Aérage à bas prix 317
Annexe VII.
Exhaure économique 317

Annexe VIII.
L'entretien, facteur de l'effet utile 318

B. **La Sécurité dans les Mines** 319
Observations 323
Annexe 325

C. **Protection contre les Eboulements** 327
Géophone 327
Auscultation du toit par la tête 329

D. **Explosion de poussières à la mine Centralia** . . . 331

E. **La lutte contre les poussières dans les mines d'anthracite** 335

F. **Soutènement des galeries** 340
Emploi de chapeaux en ruban d'acier ou en câbles . 340
Soutènement des fronts avec chargement mécanique 341
Machine à boiser 342

G. **Camion-Navette** 346
H. **Wagon graisseur** 349
I. **Nouveau briseur de charbon à air comprimé** . . . 350
J. **Vaste programme de fabrication d'huile et de gaz** . 352
K. **Gazéification souterraine du charbon** 355

NOTE

Le problème de la main-d'œuvre dans les mines belges

par

Georges LOGELAIN,

Ingénieur Principal des Mines.

La présente note consiste dans un aperçu général du problème de la main-d'œuvre tel qu'il se pose, au stade actuel de son évoution, dans les charbonnages belges.

Quelques chiffres montrant, à des époques caractéristiques, l'état du volume de la main-d'œuvre et du rendement de celle-ci dans les charbonnages belges.

a) Le tableau N° 1 (*in fine*) est relatif à l'année 1938, dernière année normale de la période qui a précédé la guerre;

b) Le tableau N° 2 donne la situation au mois d'avril 1945, c'est-à-dire immédiatement avant la mise au travail des prisonniers de guerre allemands et alors que la crise de production était à son paroxysme;

c) Le tableau N° 3 fait le point du mois de juin 1946, c'est-à-dire au stade de la période de plein emploi des P. G. A. et des inciviques qui a précédé l'époque des congés payés;

d) Le tableau N° 4 a trait à la situation de novembre 1946: commencement du déclin du volume de la main-d'œuvre

P. G. A. et début de l'apparition de la main-d'œuvre importée, principalement italienne.

L'examen de ces tableaux donne lieu aux constatations ci-après qui permettent d'établir le diagnostic du mal dont souffre la main-d'œuvre de nos charbonnages.

A. — *Volume de la main-d'œuvre et production.*

1) Le déficit, par rapport à 1938, de la main-d'œuvre masculine belge inscrite, qui était de 120.709 — 92.737 = 27.972 unités en avril 1945, à tendance à croître;

2) En juin 1946, avec un personnel **présent** total (131.126) sensiblement aussi nombreux qu'en 1938 (130.300), la production journalière moyenne n'a atteint que 76,3% de son taux normal, alors que la proportion d'ouvriers à veine, c'est-à-dire des travailleurs concourant directement à l'abatage de la houille, était à peu près la même qu'en 1938 (19,3 et 13,0 % contre 20,5 et 14,4%);

3) En novembre 1946, avec un personnel **présent** total (138.695) supérieur de 6,5% à celui de 1938, la production n'a atteint que 80% de celle d'avant guerre, avec une proportion d'ouvriers à veine à peu près égale à celle de 1938.

B. — *Rendement.*

La production journalière moyenne par ouvrier à veine libre qui s'était maintenue à peu près à son niveau de 1938 (5.457 kgs) jusqu'en juin 1946, a tendance à décroître du fait de la mise au travail d'ouvriers étrangers libres non initiés. Quant au rendement moyen de l'ensemble de cette catégorie de travailleurs (y compris P. G. A. et inciviques), il a tendance à décroître d'une manière continue.

C'est la raison pour laquelle, en dépit d'une aumgentation du volume de la main-d'œuvre, il y a stagnation de la production.

Conclusion. — Diagnostic.

1) Diminution du volume de la main-d'œuvre de qualité et principalement de la main-d'œuvre nationale libre;

2) Compensation du solde déficitaire de main-d'œuvre nationale, par de la main-d'œuvre moins experte, par ailleurs éminement instable pour une large part (P. G. A.);

3) Diminution du rendement général des ouvriers à veine;

4) Conséquence : contraction de la production.

Selon l'expression du Comité d'études charbonnières :

L'industrie belge des mines est frappée dans ses œuvres vives par la désaffection que lui marque la main-d'œuvre libre de qualité et, en particulier, la main-d'œuvre nationale.

Causes de la pénurie de main-d'œuvre nationale dans nos charbonnages.

A. — *Causes d'ordre général.*

a) Dénatalité croissante, surtout en Walonnie;

b) Départ de nombreux ouvriers de nationalité étrangère occupés dans notre pays avant la guerre;

c) Accroissement du nombre de travailleurs se destinant aux administrations et organismes para-étatiques tels que : gendarmerie, contrôles divers, chemin de fer, etc...;

d) Maintien à l'armée d'une multitude de personnes à des fins de contrôle (Sédichar);

e) Attrait du travail semi-intellectuel. — Dans beaucoup de cas, l'ouvrier désire faire de ses fils des employés plutôt que des travailleurs manuels;

f) Attrait du commerce. — Il n'est pas rare de voir l'ouvrier, souvent l'ouvrier qualifié, cesser progressivement l'exercice de sa profession, pour installer finalement un petit commerce;

g) Pratique du marché noir et de la fraude;

B. — *Causes particulières aux charbonnages.*

Les ouvrier mineurs sont attirés par des professions plus lucratives et plus saines, notamment par les travaux d'entreprises de reconstruction, par la petite industrie et la construc-

tion mécanique, où l'on paie des salaires plus élevés qu'à la mine.

Un certain nombre d'ouvriers qualifiés, profitant de la nouvelle législation sociale, ont sollicité et obtenu leur mise à la pension après trente ans de services dans le fond, ce qui a fait perdre aux charbonnages de très bons ouvriers qualifiés.

C'est ainsi que bon nombre de charbonnages ont ressenti les effets d'un manque d'ouvriers d'entretien, car, généralement après 30 années de service, l'ouvrier qualifié était affecté à des besognes d'entretien, moins pénibles, mais nécessitant une grande pratique du métier.

S'il est exact que le travail de la mine est un travail dur et parfois relativement insalubre, il semble cependant que l'ouvrier mineur n'apprécie pas à leur juste valeur les avantages qui lui sont consentis par le statut spécial dont il jouit, notamment en matière de congés payés complémentaires, de charbon gratuit et à prix réduit, de rations supplémentaires de vivres, de pension, etc...

D'autre part, la publicité exagérée et tapageuse donnée aux inconvénients et au soi-disant danger du travail minier et la discrétion dont témoignent les publications à l'égard des efforts réalisés et des résultats obtenus dans le domaine de la prévention des accidents, des installations sanitaires, etc... ne sont pas pour faciliter le recrutement de cette main-d'œuvre précieuse entre toutes : le mineur qui envoie son fils à la mine devient l'exception.

C'est ainsi, également, que de nombreux ex-prisonniers de guerre, ouvriers mineurs avant la guerre, se sont orientés vers d'autres professions.

Il est une autre tare dont souffre la main-d'œuvre : l'absentéisme. Les causes en sont diverses.

Sait-on que jusqu'il y a quelques semaines, le supplément de taxe dont était frappé le salaire de l'ouvrier à veine, pour le 6ème jour de rtavail de la semaine, se montait à 40% de son salaire journalier, alors qu'avant la guerre, la proportion correspondante n'était que de 5,7% ? Quoi d'étonnant, dès lors, qu'on ait eu à déplorer un absentéisme très marqué de cette très importante catégorie d'ouvriers.

Disons tout de suite, qu'ému par cet état de chose, le Gouvernement a corrigé dans une certaine mesure l'anomalie signalée et que le supplément de taxe pour le 6ème jour de travail des ouvriers en question a été ramené à 14,5% de leur rémunération moyenne journalière.

A ce même chapitre de l'absentéisme, il convient de mentionner également l'accroissement considérable du nombre des absences pour maladies qui s'est manifesté lors de l'introduction du régime de l'assurance-maladie obligatoire.

Le tableau synoptique ci-après, extrait de la revue " Industrie „ de la F. I. B., 1ère année, n° 4, et donnant les pourcentages d'absences des ouvriers du fond, réparties par motif pour les années 1928, 1937, 1940 et 1946, est frappant à cet égard et se passe de commentaire.

Date des enquêtes	Grèves	Blessures	Maladies	Absences justifiées	Absences injustif.	Totaux
1928	—	1,3	**2,7**	2,1	4,9	11
1937	—	1,75	**3,73**	1,30	3,79	10,57
1940	0,15	1,77	**4,59**	1,22	3,91	11,64
1946	0,86	1,62	**9,57**	2,57	6,15	20,72

Comment remédier à la situation.

A. — *Remèdes d'ordre général.*

a) Suppression du déséquilibre existant dans la répartition de la main-d'œuvre actuellement disponible - déséquilibre occasionné par la surenchère pratiquée en matière de salaires par la petite industrie et l'artisanat notamment, au détriment des industries de base du pays - par l'élaboration d'une sorte de barème national des salaires basé sur une classification méthodique des professions;

b) Résorption du marché noir et de la fraude, de façon que soient rendus aux travaux productifs les nombreux intermédiaires improductifs du négoce parasitaire;

c) Suppression du personnel en surnombre des organismes administratifs et para-étatiques actuellement pléthoriques.

B. — *Remèdes particuliers à l'industrie charbonnière.*

a) Créer une situation spéciale en faveur des ouvriers mieurs au points de vue :

1) de leurs rémunérations,

2) des conditions sociales et matérielles susceptibles d'améliorer leur niveau de vie et favoriser leur recrutement;

b) Améliorer les conditions de travail du personnel de nos houillères et, en particulier, de celui occupé dans les travaux souterrains;

c) Compenser le solde déficitaire de la main-d'œuvre libre par l'apport d'une main-d'œuvre étrangère choisie;

d) Libérer le métier de mineur de son complexe d'infériorité en détruisant les préventions et les préjugés répandus à son endroit dans le public.

Qu'a-t-on réalisé jusqu'à présent dans ces différents domaines ?

a) *Situation spéciale en faveur des ouvriers mineurs.*

1) SALAIRES.

La Conférence Nationale du Travail a, en sa session du 12 août 1946, ratifié les propositions de la Commission Nationale Mixte des Mines, tendant à mettre de l'ordre dans les salaires pratiqués dans cette branche d'industrie et à créer en cette matière, une situation spéciale en faveur des ouvriers mineurs.

Il en est découlé les réalisations ci-après :

1) Une **classification** des métiers du fond et de la surface des charbonnages, comportant respectivement 10 groupes de fonctions pour le fond et 5 pour la surface;

2) Une **échelle des salaires** dont la hauteur des échelons est proportionnelle aux coefficients de hierarchie professionnelle attribués à ces différents groupes ,le salaires de base étant, pour la surface, celui du groupe N° 1 (manœuvres ordinaires), soit actuellement 112 fr. par jour et pour le fond, celui du groupe inférieur, soit actuellement 140 frs. ou 125% de 112 frs.

L'ouvrier à veine est placé au sommet de l'échelle avec un salaire moyen journalier de 252 frs.

Il est à noter que cette classification, quoique basée sur le principe d'une étude analytique des fonctions, est indépendante de celle en vue de laquelle la Commission technique Générale (1) a mis au point une méthode d'établissement des qualifications utilisables sur le plan national dans les grandes industries de base du pays.

Cette méthode, également axée sur le principe d'une étude analytique des fonctions, est destinée à servir de base à l'appréciation chiffrée de leur valeur, cette dernière s'établissant à l'aide d'éléments dénommés " critères „ de qualification.

2) CONDITIONS SOCIALES ET MATERIELLES.

Dans le cadre des avantages sociaux que confère aux ouvriers mineurs le statut spécial dont ils jouissent, notamment en matière de prime d'embauchage, d'exonération du service militaire, du charbon gratuit et à prix réduit, de rations de vivres supplémentaires, de prêts à faible intérêt en vue de l'achat ou de la construction d'une habitation, une sous-commission a été instituée au sein de la Commission Nationale Mixte des Mines, aux fins d'étudier les conditions sociales et matérielles susceptibles d'améliorer encore le niveau de vie des ouvriers mineurs et favoriser leur recrutement.

Cette sous-commission a à son programme l'étude d'une foule de questions s'échelonnant entre la formation des apprentis et de régime des pensions, en passant par les congés, les services médicaux et pharmaceutiques, la gratuité des transports, la durée du travail, les repos journaliers, cours ménagers, allocations familiales, accidents, maladies, etc...

b) *Conditions du travail.*

Indépendamment des préoccupations constantes de l'Administration des Mines en matière de prévention des accidents

(1) La Commission Technique Générale a été instituée en mai 1945 par le Ministre du Travail et de la Prévoyance Sociale ; elle a pour mission d'établir une méthode permettant de classer les fonctions selon leur valeur, c'est-à-dire de déterminer leur qualification.

et de l'œuvre considérable et particulièrement efficace qu'elle a réalisée dans ce domaine, avec le concours éclairé de l'Institut National des Mines, dont la réputation n'est plus à faire, il convient de mentionner l'activité naissante : 1) de l'Institut d'Hygiène des Mines. — Cet Institut, créé à l'initiative des patrons charbonniers, en novembre 1944, a pour objet de procéder à l'étude de toutes les questions ayant trait à l'hygiène des Mines, dans son sens le plus large, aux points de vue, minéral, médical, technique, etc...

2) du Conseil supérieur d'hygiène des Mines, créé le 6/12/1945 à l'initiative du Ministre du Travail et de la Provoyance sociale et qui a notamment pour mission de formuler toute proposition ou suggestion visant à rechercher et à promouvoir les méthodes de travail les meilleures et les plus efficaces pour la sauvegarde et la santé de travailleurs et plus généralement à accélérer les progrès de l'hygiène industrielle;

3) ajoutons enfin, qu'il a été créé un concours permanent visant à encourager et à intensifier la lutte contre les poussières, cet ennemi avec lequel l'ouvrier mineur est aux prises chaque jour et qui s'est fait plus agressif ces dernières années du fait de la mécanisation et de la concentration de plus en plus poussées des chantiers d'exploitation.

Revenant sur le rôle joué par l'Administration des Mines en matière de prévention des accidents, il n'est pas inutile de rappeler, ainsi que l'a fait observer feu Ad. Breyre, Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines, professeur à l'Université de Liège (1), que le contrôle des Mines est le plus ancien contrôle industriel en Europe; il date, dans la principauté de Liège, du XVème siècle, de la Cour des Voir Jurés des charbonnages. Sans remonter si haut, l'on peut dire que la loi de 1810, qui constitue toujours la base de notre droit minier, a été le point de départ de nos principes de sécurité.

Il y a longtemps, par conséquent, que la lutte contre les

(1) Conférence du 21-4-1943, « Bulletin de la Société Royale Belge des Ingénieurs et des Industriels », N° 3, 1945, Cycle de la Sécurité.

accidents miniers est en honneur à l'Administration des Mines.

Le tableau ci-après, donnant pour les principaux pays miniers, le nombre de tués par 10.000 ouvriers occupés pour la décade 1927-1938, montre, à cet égard, que notre pays se situe en bonne place, en dépit de la nature tourmentée de nos gisements, les plus difficiles à exploiter du monde.

Hollande	7,91
France	8,58
Angleterre	10,85
Belgique	11,50
Prusse	19,55
Etats-Unis	42,70

D'autre part, d'après une étude de M. M. Verdinne, Ingénieur en Chef-Directeur des travaux des charbonnages d'Aiseau-Presle (2), si l'on compare le risque charbonnier belge au risque professionnel de l'ensemble des autres industries de Belgique, on constate que ces deux risques sont équivalents.

Ceci suffit à dissiper la fable ridicule selon laquelle la mine serait un bagne souterrain dont on ne remonte que par un coup de chance !

c) *Remède n° 3. — Compensation du solde déficitaire de la main-dœuvre libre.*

Cette compensation devrait se faire par l'apport d'une main-d'œuvre étrangère choisie dont le volume devrait être suffisant pour combler le déficit de main-d'œuvre nationale et pallier le départ des P. G. A., à la double condition toutefois d'apporter préalablement la solution adéquate au problème du logement que pose inévitablement l'application d'une mesure aussi importante, et de prendre toutes dispositions utiles afin que soit interdite aux étrangers la pratique de métiers non productifs.

Depuis un certain temps déjà, le Gouvernement belge s'est

(2) Conférence du 26-5-1943, « Bulletin de la Société Royale Belge des Ingénieurs et des Industriels », N° 3, 1945, Cycle de la Sécurité.

préoccupé du grave problème que pose le remplacement des prisonniers de guerre allemands par de la main-d'œuvre stable. Il a négocié, à cet effet, avec différents pays étrangers et un accord a été conclu en juin1946, avec le gouvernement italien. Cet accord est en cours d'exécution et quelque 17.000 ouvriers de nationalité italienne, sur un total de 46.000 à recevoir, sont occupés en ce moment dans nos charbonnages.

Un autre accord, conclu entre la Belgique et les autorités américaines en Allemagne occupée a trait à 20.000 personnes " déplacées „ des pays baltes.

En ce qui concerne le problème du logement, il semble que le gouvernement soit entré résolument dans la voie des réalisations si l'on songe qu'il a décidé de procurer aux 40.000 mineurs que le pays doit encore recruter ainsi qu'à leurs familles, 25.000 logements décents d'un coût total de 5 milliards, que la coordination des efforts techniquement vastes et complexes de ce programme - à réaliser en 5 ans -, vient d'être confiée à un organisme dénommé : Conseil central de la Construction d'habitatoin pour mineur, présidé par le Premier Ministre, que dès à présent, la Sté Nationale des Habitations à bon marché dispose d'une avance de 300 millions pour la construction d'une première tranche de 7.000 maisons et, qu'enfin, la première pierre de deux cités ouvrières vient d'être posée.

d) *Remède n° 4. — Campagne en faveur du Retour à la Mine.*

Le Comité d'études charbonnières, créé au sein de la Fédération des Associations charbonnières de Belgique a amorcé une campagne en faveur du " Retour à la mine „ en mettant en œuvre les moyens d'action suivants :

La presse,
le film,
la radio,
la publicité,
l'école : primaire, moyenne, professionnelle.

Le but de cette campagne, à laquelle nous attachons la plus grande importance, est de combattre les préjugés et les préventions qui font de la mine un bas lieu de travail et de rendre au métier de mineur toute sa noblesse en créant, sous le signe de la vérité, un réel " climat de la mine „.

Conclusions et perspectives d'avenir.

Une étape importante a été franchie, depuis ces derniers mois, dans la voie de l'amélioration des conditions sociales et matérielles des travailleurs de la mine. Les nombreux organismes qui s'occupent de ces questions si attachantes, loin de s'arrêter en si bon chemin, travaillent en commun à l'étude des moyens susceptibles d'améliorer encore le niveau de vie des ouvriers mineurs et favoriser leur recrutement, cependant qu'est amorcée conjointement, et avec bonheur, une campagne pour la création d'un climat en faveur du retour à la mine.

Ces progrès et ces efforts permettront-ils à l'Industrie charbonnière de combler le déficit qu'accuse le volume de la **main-d'œuvre nationale de qualité** dont elle a un si pressant besoin ? Il est à craindre qu'il faille répondre par la négative, tant sont nombreuses les causes parfois profondes de la désaffectation que lui marque cette main-d'œuvre.

De ce fait, à moins de circonstances spéciales imprévisibles, on assistera vraisemblablement durant ces prochains mois à une certaine stagnation de la production, d'autant plus que le départ relativement proche, mais heureusement progressif, des prisonniers de guerre allemands, qui réalisent en ce moment près du quart de notre extraction, avec un rendement satisfaisant, ne sera compensé que par une main-d'œuvre étrangère, non initiée, dont on ne sait ce que l'on peut attendre exactement.

Sans doute, une certaine amélioration de la situation pourrait-elle être escomptée par une mécanisation plus poussée de nos exploitations et, par conséquent, par un accroissement du rendement individuel. Encore faudrait-il pour cela que les charbonnages soient mis en mesure de disposer de capitaux frais en quantité telle qu'ils puissent non seulement innover mais encore faire la cure réparatrice qu'il leur est si nécessaire. Mais ceci est une autre histoire...

Février 1947.
(voir addenda).

Tableau N° 1. **Année 1938.**

I. — Production moyenne journalière : 102.050 tonnes.

II. — Etat du volume du personnel présent et rendement :

Catégories d'ouvriers		Nombre moyen d'ouvriers *présents*	Pourcentages			Production journalière par ouvrier
Ouvriers à veine	1	18.700	20,5% de 14,4% de	2 4		5.457 kg.
Ouvriers du fond (ouvriers à veine compris)	2	91.400	70,1% de	4		1.116
Ouvriers de surface	3	38.900	29,9% de	4		
Ouvriers du fond et de la surface réunis	4	130.300				783

III. — Nombre total d'ouvriers inscrits au 31 décembre 1938 : 148.007, dont 24.530 étrangers,
2.768 femmes (y compris 256 étrangères).

IV. — Nombre total d'ouvriers belges masculins inscrits au 31 décembre 1938 : 120.709.

Tableau N° 2. **Avril 1945.**

I. — Production moyenne journalière : 47.453 tonnes.

II. — Etat du volume du personnel présent et rendement :

Catégories d'ouvriers		Nombre moyen d'ouvriers *présents*	Pourcentages			Production journalière par ouvrier
Ouvriers à veine	1	8.940	17,2% de 10,2% de	2 4		5.308 kg.
Ouvriers du fond (ouvriers à veine compris)	2	52.068	59,5% de	4		910
Ouvriers de surface	3	35.498	40,5% de	4		
Ouvriers du fond et de la surface réunis	4	87.566				541

III. — Nombre total d'ouvriers inscrits au 30 avril 1945 : 105.271, dont 10.186 étrangers,
2.348 femmes (y compris 150 étrangères).

IV. — Nombre total d'ouvriers belges masculins inscrits au 30 avril 1945 : 92.737.

Tableau N° 3. **Juin 1946.**

I. — Production moyenne journalière : 77.850 tonnes.

II. — Etat du volume du personnel présent et rendement :

Catégories d'ouvriers		Nombre moyen d'ouvriers *présents*	Pourcentages	Production journalière par ouvrier
Ouvriers à veine :				
libres	1	8.878	16,3% de 5	5.365 kg.
P. G. A.	2	7.781	23,0% de 6	3.570
inciviques	3	789	36,0% de 7	3.178
total :	4	17.448	19,3% de 8	4.459
			13,0% de 10	
Ouvriers du fond : (ouvriers à veine compris)				
libres	5	54.417		846
P. G. A.	6	33.765		826
inciviques	7	2.159		1.157
total :	8	90.341	69,0% de 10	861
Ouvriers de surface	9	40,785	31,0% de 10	
Ouvriers du fond et de la surface réunis	10	131.126		593

P. G. A. = prisonniers de guerre allemands.

III. — Nombre total d'ouvriers inscrits au 30 juin 1946 : 154.080, dont 40.086 P. G. A.,
2.547 inciviques,
16.358 étrangers,
2.462 femmes (y compris 213 étrangères).

IV. — Nombre total d'ouvriers belges masculins inscrits au 30 juin 1946 : 92.627.

Tableau N° 4. **Novembre 1946.**

I. — Production moyenne journalière : 80.020 tonnes.

II. — Etat du volume du personnel présent et rendement :

Catégories d'ouvriers		Nombre moyen d'ouvriers *présents*	Pourcentages	Production journalière par ouvrier
Ouvriers à veine :				
libres	1	11.527	17,4% de 5	4.769 kg.
P. G. A.	2	6.287	20,4% de 6	3.643
inciviques	3	932	39,3% de 7	3.368
total :	4	18.746	19,3% de 8	4.268
			15,5% de 10	
Ouvriers du fond : (ouvriers à veine compris)				
libres	5	64.024		838
P. G. A.	6	30.841		746
inciviques	7	2.373		1.319
total :	8	97.238	70,1% de 10	823
Ouvriers de surface	9	41.457	29,9% de 10	
Ouvriers du fond et de la surface réunis	10	138.695		576

P. G. A. = prisonniers de guerre allemands.

III. — Nombre total d'ouvriers inscrits au 30 novembre 1946 : 162.263, dont 36.504 P. G. A.,
3.076 inciviques,
28.333 étrangers y compris 17.139 italiens,
2.486 femmes (y compris 209 étrangères).

IV. — Nombre total d'ouvriers belges masculins inscrits au 30 novembre 1946 : 91.864.

ADDENDA

L'article précédent, dont la composition remonte au mois de février 1947, est à compléter comme suit :

A) Etats du volume de la main-d'œuvre et du rendement de celle-ci.

Le tableau n° 5, annexé au présent addenda, donne la situation au mois d'octobre 1947, époque à laquelle l'effectif P. G. A. s'est trouvé presque entièrement compensé par la main-d'œuvre importée (voir situation en juin 1946 - tableau n° 3 - époque de plein emploi des P. G. A.).

Il montre : a) qu'il s'est produit une légère amélioration dans l'effectif belge masculin inscrit, lequel est passé de 91.864 en novembre 1946 à 93.308 en octobre 1947;

b) qu'avec un personnel présent total (132.005), quoique légèrement supérieur à celui de 1938, la production n'a atteint que 79,7% de celle d'avant guerre.

La proportion d'ouvriers à veine est en baisse par rapport à celle du mois de novembre 1946, mais les rendements sont en légère hausse, ce qui explique qu'avec un personnel à veine moins nombreux, la production a été à peu près la même qu'en novembre 1946.

Si, comme il y a lieu de l'espérer, les rendements continuent de progresser, le rétablissement d'une proportion normale d'ouvriers à veine ne manquera pas d'orienter la production franchement vers la hausse.

B) Au chapitre des rémunérations.

Il convient de mentionner qu'à dater du 1er septembre 1947, le salaire de la première catégorie des ouvriers du fond a été porté de 140 à 150 fr. et celui de la première catégorie de la surface de 112 à 120 fr., avec un barème dégressif de majorations pour les 5 premières catégories du fond et les 3 premières de la surface.

G. L.
(décembre 1947).

Tableau N° 5. **Octobre 1947.**

I. — Production moyenne journalière : 79.688 tonnes.

II. — Etat du volume du personnel présent et rendement :

Catégories d'ouvriers		Nombre moyen d'ouvriers *présents*	Pourcentages	Production journalière par ouvrier
Ouvriers à veine :				
libres	1	16.079	18,95% de 5	4.770 kg.
P. G. A.	2	313		4.079
Inciviques	3	391		4.228
total	4	16.783	19,0 % de 8 12,86% de 10	4.746
Ouvriers du fond : (ouvriers à veine compris)				
libres	5	84.820		894
P. G. A.	6	1.951		649
inciviques	7	1.531		1.080
total	8	88.302	66,90% de 10	892
Ouvriers de surface : (total)	9	43.703	33,10% de 10	
Ouvriers du fond et de la surface réunis (total)	10	132.005		593

III. — Nombre total d'ouvriers inscrits au 31 Octobre 1947 :
153.902, dont 65 P.G.A.;
1.858 inciviques;
56.329 étrangers (y compris 24.104 italiens);
2.643 femmes (y compris 301 étrangères).

IV. — Nombre total d'ouvriers belges masculins inscrits au 31 octobre 1947 : 93.308.

Het vraagstuk der werkkrachten in de Belgische mijnen

door

Georges LOGELAIN,
E. A. Rijksmijningenieur.

Het gaat ons een algemeen overzicht van het vraagstuk der werkkrachten in de Belgische kolenmijnen, zoals het zich hedentendage stelt.

Het eerste deel van deze nota is gewijd aan de interpretatie van enkele cijfers : aantal werklieden en prestatie op verschillende kenmerkende tijdstippen.

De H. Logelain leidt er uit af dat de goede, vrije werkkrachten en in het bizonder de inneemse, meer en meer een afkeer vertonen voor het mijnwerk.

De oorzaak van het hieruit voortvloeiend tekort wordt in het tweede deel bestudeerd.

In het derde deel worden middelen overwogen om dit euvel te verhelpen en het vierde en laatste hoofdstuk bevat een overzicht van al de tot nog toe getroffen maatregelen om de mijnwerkers te bevoordelen op gebied van bezoldiging en om sociale en stoffelijke voorwaarden te scheppen die van aard zijn hun levensstandaard te verbeteren en hun aanwerving te vergemakkelijken.

In de conclusie wordt het advies geuit dat niettegenstaande de talrijke verbeteringen verwezenlijkt tijdens de laatste maanden op sociaal en materieel gebied ten voordele van de

mijnwerkers er nog veel te doen blijft en er wordt vastgesteld dat te dien einde de bevoegde organismen onophoudelijk voortwerken.

De auteur vraagt zich nochtans af, of al die inspanningen, het dringend tekort aan werkkrachten in de mijnnijverheid, zal doen verdwijnen. Hij vreest ontkennend te moeten antwoorden, daar de afkeer voor de mijn talrijke en soms diepe oorzaken heeft.

Het beroep op uitheemse werkkrachten is een hulpmiddel waarvan echter niet te veel moet verwacht worden.

De H. Logelain verhoopt vooral een verhoging van de individuële prestatie als gevolg van een meer uitgebreide mechanisatie van onze ontginningen, maar daarvoor is het nodig dat de kolenmijnen over de nodige geldmiddelen beschikken.

Februari 1947.

CHRONIQUE

Une mission d'ingénieurs belges au Congrès minier américain de Cleveland

La présente note consiste dans un bref compte-rendu du voyage effectué aux Etats-Unis d'Amérique au mois de mai dernier par la délégation d'ingénieurs belges invitée à participer au Congrès américain de l'Art des Mines, qui a tenu ses assises à Cleveland (Ohio).

Le voyage, auquel plusieurs nations européennes ont pris part, a été organisé à l'initiative des délégués du Gouvernement américain siégeant à l'Organisation européenne du Charbon, à Londres (European Coal Arganisation, E. C. O.).

La délégation belge était composée de MM. Capiau, Directeur général du Comptoir belge des Charbons, Delville, Directeur à la Société Evence Coppée; Leblanc, administrateur-délégué des Charbonnages de Houthaelen et Logelain, Ingénieur principal à la Direction générale des Mines. Les trois premiers siègent en qualité de délégués de la Belgique à l'Organisation européenne du Charbon.

Le lieu de rendez-vous des diverses délégations était Londres, d'où elles sont parties par avion le jeudi 8 mai 1947, à 2 heures 15 du matin. Quatre étapes étaient prévues : Londres-Shannon; Shannon-Gander; Gander-New-York et New-York-Cleveland via Niagara Falls.

Leur arrivée à New-York fut retardée d'une vingtaine d'heures par suite d'un ennui de moteur, qui les obligea à rebrousser chemin, alors que 1.400 kilomètres avaient déjà été franchis au-dessus de l'Atlantique.

Le Congrès a tenu ses assises du 12 au 15 mai inclus, dans le palais dénommé " Cleveland Public Auditorium „.

La partie académique de ce meeting a comporté une trentaines de conférences et communications faites par les personnalités les plus éminentes du monde de l'industrie des mines américain.

Les sujets traités étaient répartis en diverses " sessions „: session d'inauguration, traitement des charbons, sécurité, chargement mécanique, mines à ciel ouvert (strip mining), transports souterrains, transports collecteurs, préparatoires frontaux, etc...

Le texte des conférences, ainsi que celui des exposés présentés par les contradicteurs admis à prendre la parole immédiatement après chaque conférence ,ont été publiés in extenso dans le " 1947 Coal Mine Modernization Year Book „.

Cette manifestation, l'une des plus importantes qu'ait connues l'industrie minière américaine comportait, en outre, une imposante exposition de matériel minier, installée dans les halls de l'immense palais abritant le Congrès.

Cette exposition ne réunissait pas moins de 266 vastes stands, tous admirablement aménagés, occupés par 188 firmes représentant toutes les branches de l'activité industrielle des Etats-Unis touchant de près ou de loin à l'exploitation des mines.

Les visiteurs, extrêmement nombreux, ont pu faire, à cette occasion, une ample moisson de documents concernant la plupart des composants de l'Art des Mines, depuis la géologie, le creuement des puits, jusqu'au matériel sanitaire, en passant par l'abatage de la houille, son chargement dans les chantiers d'exploitation, son évacuation, son traitement, etc...

A l'issue du Congrès, les délégués des différentes nations se constituèrent en petits groupes et se répandirent dans divers districts miniers des U. S. A.

MM. Leblanc, Delville et Logelain ont procédé, du 19 au 31 mai, à la visite de travaux d'exploitation dans dix mines, dont une de zinc, dans les Etats de Tennessee, Alabama et Pensylvanie.

L'un des buts que pousuivait la délégation belge était d'examiner les possibilités d'adaptation des procédés méca-

niques d'exploitation américains à certains de nos gisements houillers. Ainsi a-t-elle, dans la mesure où cela fut possible, effectué ses visites dans des exploitations ouvertes dans des couches de charbon comparables aux nôtres au point de vue de l'ouverture et de l'inclinaison.

Elle a, par ailleurs, consacré sa spéciale attention aux travaux de creusement des galeries principales au rocher et à l'organisation du transport dans ces galeries, car les données des problèmes à résoudre en ces domaines sont les mêmes pour nos deux pays.

Les résultats de ces études et les conclusions qu'il convient d'en tirer seront consignés dans un rapport détaillé, où l'on trouvera également quelques pages concernant différents aspects de la législation sociale telle qu'elle se présentait, à l'époque du voyage, dans les districts miniers visités.

A l'occasion de leurs visites, les membres de la délégation ont séjourné à New-York, Niagara, Knoxville (Tennessee), Birmingham (Alabama), Scranton (Pensylvanie). Au cours de leur randonnée, effectuée en majeure partie par la voie des airs, ils ont fait escale notamment à Pittsburgh, Chattanooga, Atlanta, Washington et Philadelphie.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

MINISTERE DES FINANCES, MINISTERE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET MINISTERE DU COMBUSTIBLE ET DE L'ENERGIE.

---

23 JUIN 1947. — Arrêté du Régent portant modification de certaines dispositions de l'arrêté royal du 22 novembre 1939, réglementant le port du titre et l'exercice de la profession de géomètre des mines.

CHARLES, Prince de Belgique, Régent du Royaume,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu l'arrêté royal du 22 novembre 1939 réglementant le port du titre et l'exercice de la profession de géomètre des mines et, plus spécialement, l'article 3 de cet arrêté, suivant lequel pour être admis à l'examen de géomètre des mines, le candidat doit être titulaire du diplôme de géomètre expert immobilier, de géomètre arpenteur ou d'arpenteur ou bien être porteur du certificat constatant la réussite de la première épreuve technique, devant le jury central, de l'examen de géomètre expert immobilier;

Vu l'arrêté du Régent du 10 janvier 1947 et, particulièrement, l'article 1er de cet arrêté, suivant lequel cette première épreuve peut faire l'objet de deux sous-épreuves, la réussite de la première de celles-ci étant constatée par la remise d'une attestation au récipiendaire qui a obtenu la moitié des points attribués à chacune des matières;

Considérant que cette réussite, pour un candidat géomètre des mines, garantit que celui-ci possède une base suffisante pour se présenter à l'examen de géomètre des mines prévu par l'article 6 de l'arrêté royal du 22 novembre 1939;

Sur la proposition du Ministre des Finances, du Ministre de l'Instruction publique et du Ministre du Combustible et de l'Energie,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article unique. a) L'article 3 de l'arrêté royal du 22 novembre 1939 réglementant le port du titre et l'exercice de la profession de géomètre des mines est modifié comme suit :

" Article 3. Pour être admis à l'examen de géomètre des mines, il faut être titulaire du diplôme de géomètre expert immobilier, de géomètre arpenteur ou d'arpenteur, ou bien être porteur soit du certificat constatant la réussite de la première épreuve, devant le jury central, prévue à l'article 7 de l'arrêté royal du 18 mai 1936 relatif à l'exercice de la profession de géomètre expert immobilier, soit de l'attestation constatant la réussite de la première sous-épreuve devant le jury central, prévue par l'arrêté du Régent du 10 janvier 1947. „

b) Le 3° de l'article 5 du même arrêté royal du 22 novembre 1939 est modifié comme suit :

" 3° Son diplôme de géomètre expert immobilier, de géomètre arpenteur ou d'arpenteur ou bien le certificat ou l'attestation dont il est question à l'article 3 ci-dessus. „

Donné à Bruxelles, le 23 juin 1947.

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES ET DES CLASSES MOYENNES, MINISTERE DU COMBUSTIBLE ET DE L'ENERGIE ET MINISTERE DU TRAVAIL ET DE LA PREVOYANCE SOCIALE.

---

25 SEPTEMBRE 1947. — Arrêté du Régent instituant des organes de sécurité et d'hygiène dans les mines, minières et carrières souterraines.

CHARLES, Prince de Belgique, Régent du Royaume,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Vu les lois minières coordonnées par l'arrêté royal du 15 septembre 1919 et, plus spécialement, l'article 76 de ces lois;

Vu l'arrêté du Régent du 3 décembre 1946 remplaçant l'arrêté du Régent du 11 février 1946 instituant des organes de sécurité et d'hygiène dans les entreprises industrielles et commerciales ainsi que dans les services et établissements publics ou d'utilité publique et, plus spécialement, l'alinéa final de l'article 1er de cet arrêté;

Considérant qu'il y a lieu d'instituer dans les mines, minières et carrières souterraines des organes de sécurité et d'hygiène analogues à ceux prescrits par le susdit arrêté du 3 décembre 1946;

Vu l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique, en date du 19 mars 1947;

Vu l'avis du Conseil des mines, en date du 2 mai 1947;

Sur la proposition du Ministre des Affaires économiques et des Classes moyennes, du Ministre du Combustible et de l'Energie et du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Chapitre Ier. — *Principes généraux.*

Article 1er. Dans chaque entreprise exploitant une mine, une minière ou une carrière souterraine, il sera organisé un " Service de sécurité et d'hygiène „.

Ce service sera complété par un ou, éventuellement, plusieurs " Comités de sécurité et d'hygiène „ dans chaque exploitation occupant au moins 50 personnes.

Le Ministre compétent pourra, sur avis de l'Administration des Mines et du Service de l'Inspection médicale du Travail, étendre l'obligation d'instituer un Comité de sécurité et d'hygiène à des exploitations occupant moins de 50 personnes et déterminer les conditions de cette extension.

Chapitre II. — *Service de sécurité et d'hygiène.*

Art. 2. Le Service de sécurité et d'hygiène visé à l'article précédent sera dirigé par un " chef du service de sécurité et d'hygiène „ assisté éventuellement par un ou plusieurs adjoints, de manière que les missions imparties à ce service puissent être remplies en tout temps intégralement et efficacement.

Le chef du Service de sécurité et d'hygiène et ses adjoints seront choisis par le chef d'entreprise parmi le personnel qu'il occupe.

Le chef d'entreprise désignera également, au titre de suppléant du chef du Service de sécurité et d'hygiène, une personne capable de remplacer avec la même compétence, en cas de besoin, le chef du service susdit.

Les noms, prénons et adresses du chef du Service de sécurité et d'hygiène, de son suppléant et de leurs adjoints seront inscrits au bas du règlement d'atelier ou en annexe à celui-ci et portés à la connaissance de l'ingénieur e nchef-directeur de l'arrondissement minier ainsi que du médecin-inspecteur du travail du ressort.

Art. 3. Le chef du Service de sécurité et d'hygiène, son suppléant et ses adjoints éventuels devront posséder une connaissance sufisante de la législation relative à la sécurité, à la salubrité et à l'hygiène dans les lieux de travail, applicable à l'exploitation dans laquelle ils sont occupés,

ainsi que les connaissances techniques nécessaires découlant de la nature de cette exploitation, pour étudier les problèmes de sécurité et d'hygiène qui s'y poseront.

Ils devront présenter les garanties morales indispensables à l'exercice de leurs fonctions.

Ils seront investis de l'autorité nécessaire pour faire appliquer partout dans l'entreprise, les mesures de sécurité et d'hygiène qu'ils jugeront utiles.

Ils relèveront directement de la direction de l'entreprise.

Art. 4. Le chef du Service de sécurité et d'hygiène, effectif ou suppléant, et les adjoints éventuels auront comme attributions :

1° de procéder à des visites fréquentes et systématiques des lieux de travail, à l'effet de s'assurer de l'application des dispositions réglementaires concernant la sécurité, la salubrité et l'hygiène;

2° de prendre ou de proposer au chef d'entreprise les mesures qu'ils jugeront nécessaires pour remédier aux causes de danger ou de nuisance qu'ils auront constatées ou qui leur auront été signalées;

3° de vérifier l'opportunité et de contrôler l'efficacité de ces mesures;

4° de donner, tant aux chefs de service et aux agents de surveillance (contremaîtres, brigadiers, porions, etc.) qu'aux autres travailleurs de l'entreprise les ordres, les consignes ou les conseils nécessaires pour l'observation de ces mesures;

5° de mettre en œuvre tous les moyens de propagande appropriés pour inculquer au personnel les notions de sécurité et d'hygiène et lui faire acquérir l'esprit de prévention;

6° de rédiger régulièrement des rapports au sujet :

a) des conditions de sécurité et d'hygiène dans l'entreprise;

b) de tous les accidents survenus dans celle-ci, affectant ou non la sécurité et la santé du personnel, après avoir recueilli tous renseignements utiles à cette fin.

Ces rapports indiqueront les causes réelles ou probables d'accidents ou d'insalubrité et devront permettre d'en déduire, si possible, les moyens propres à en éviter le renouvellement.

Ils seront datés, numérotés et signés et seront tenus, en tout temps, à la disposition des fonctionnaires chargés de surveiller l'exécution du présent arrêté.

Les attributions du chef du Service de sécurité et d'hygiène, effectif ou suppléant, et des adjoints éventuels pourront être modifiés ou complétés par des arrêtés ministériels pris sur avis de l'Administration des Mines, du Service de l'inspection médicale du Travail et du Conseil supérieur d'Hygiène des Mines.

Art. 5. Un rapport annuel complet sur l'activité du Service de sécurité et d'hygiène dans les domaines relevant de ses attributions devra être adressé par le chef d'entreprise ou son délégué à l'ingénieur en chef-directeur de l'arrondissement minier et au médecin-inspecteur du travail du ressort, au plus tard dans les deux mois qui suivront l'exercice écoulé auquel il se réfère.

Chapitre III. — *Comité de sécurité et d'hygiène.*

Art. 6. Tout " Comité de sécurité et d'hygiène „ comprendra, en qualité de membres effectifs :

a) Membres désignés par la direction de l'entreprise :

le chef d'entreprise ou son délégué;

le chef du service de sécurité et d'hygiène ou son suppléant et, éventuellement, un ou plusieurs de ses adjoints;

un ou plusieurs membres du personnel de maîtrise;

le médecin et l'assistante sociale du service médical et du service social organisés éventuellement par l'entreprise;

le cas échéant, des techniciens appartenant à l'entreprise ou d'autres membres du personnel.

b) Membres représentant le personnel de l'entreprise :

le ou les délégués ouvriers à l'inspection de l'entreprise;

des membres du personnel appartenant à l'entreprise, autres que ceux désignés en application du littéra a) ci-dessus et élus au scrutin secret par le personnel précité.

Le nombre des personnes désignées en vertu de ce littéra b) sera au moins égal à celui des personnes désignées en aplication du littéra a) ci-dessus.

Parmi ces ouvriers ou ces employés, il y aura un ou plusieurs représentants des jeunes travailleurs assujettis à la tutelle sanitaire des adolescents, telle qu'elle résulte des dispositions du chapitre II de l'arrêté du Régent du 25 septembre 1947, portant règlement général des mesures d'hygiène et de santé des travailleurs dans les mines, minières et carrières souterraines, lorsque l'entreprise occupe au moins 25 de ces jeunes travailleurs. Les représentants des jeunes travailleurs appartiendront eux-mêmes au personnel soumis à la dite tutelle ou ne pourront pas être agés de plus de 25 ans. S'ils ont moins de 18 ans, ils ne pourront faire partie du Comité de Sécurité et d'Hygiène, mais seront seulement admis à y siéger à titre consultatif.

Art. 7. La présidence du Comité de Sécurité et d'Hygiène sera assumée par le chef d'entreprise ou son délégué; le secrétariat par le chef du service de sécurité et d'hygiène (effectif ou suppléant) ou par l'un de ses adjoints.

Ce comité pourra, lorsqu'un cas spécial se présentera, solliciter la présence à sa réunion d'un fonctionnaire des services d'inspection compétents, lequel présidera cette réunion.

De même, ce fonctionnaire pourra, d'office, provoquer la convocation de réunions du comité et les présider.

Art. 8. Lorsque le personnel ouvrier de l'entreprise compte au moins 200 unités, le Comité de Sécurité et d'Hygiène pourra être subdivisé en sections, auxquelles on appliquera des règles de fonctionnement analogues à celles qui auront été déterminées pour ce comité.

Pour ce qui concerne les mines de houille, la constitution d'une section spéciale (éventuellement de plusieurs sections spéciales) aux travaux souterrains est obligatoire.

Art. 9. Le Comité de Sécurité et d'Hygiène se réunira au moins une fois par mois, à l'effet d'examnier les rapports du chef du service de sécurité et d'hygiène, visés au 6° de l'article 4 ci-dessus, et de délibérer sur la suite qu'il y a lieu de leur donner.

En cas d'accident grave, il se réunira immédiatement.

Art. 10. Le Comité de Sécurité et d'Hygiène se préoccupera, d'une manière générale, de tous les problèmes relatifs à la sécurité et à la santé des travailleurs.

Il mettra en œuvre tous les moyens de propagande appropriés et, au besoin, proposera les mesures nécessaires pour inculquer au personnel les notions de sécurité et d'hygiène et pour lui faire acquérir l'esprit de prévention.

Il recherchera également les moyens d'embellir les lieux de travail.

Art. 11. En cas de désaccord au sein du Comité de Sécurité et d'Hygiène au sujet des mesures àprendre pour assurer la sécurité et l'hygiène dans l'entreprise, ce Comité pourra faire appel aux fonctionnaires compétents des services d'inspection.

Inversement, à la requête de l'un de ces fonctionnaires, le Comité prêtera son concours à la recherche des causes d'insécurité du personnel ou d'insalubrité des lieux de travail et s'attachera à l'étude des moyens préventifs.

Art. 12. Toute proposition du Comité de Sécurité et d'Hygiène tendant à modifier les prescriptions réglementaires en vigueur, relatives à la protection du travail, sera transmise, suivant les circonstances, à l'ingénieur en chef-directeur de l'arrondissement minier ou au médecin-inspecteur du travail du ressort.

Ces propositions seront transmises à l'Administration centrale compétente, pour être soumises à l'avis du Conseil supérieur d'Hygiène des Mines.

Chapitre IV. — *Comités provinciaux pour la sécurité et l'hygiène.*

Art. 13. Après avoir pris l'avis des administrations intéressées et du Conseil supérieur d'Hygiène des Mines, le ministre compétent pourra décider la création de comités provinciaux pour la sécurité et l'hygiène dans les mines, les minières et les carrières souterraines et déterminer les modalités de cette création.

Les comités provinciaux auront qualité d'organismes consultatifs pour les services d'inspection compétents.

Ils auront pour mission :

1° d'organiser l'émulation entre les entreprises dans leur action en vue de la sécurité et de la santé des travailleurs ainsi que de l'embellissement des lieux de travail;

2° d'assumer la tâche des comités de sécurité et d'hygiène auprès des entreprises qui n'ont pas institué un comité de l'espèce pour la raison qu'elles occupent moins de 50 personnes;

3° de favoriser l'application des moyens propres à rendre plus agréables les lieux de travail;

4° de coordonner les efforts pratiqués par certaines entreprises ou par des groupes d'entreprises en vue de l'application de mesures communes ou identiques de sécurité, de prophylaxie ou d'embellissement, dont l'efficacité a été reconnue.

Les comités provinciaux pourront comprendre une section de la tutelle sanitaire des jeunes travailleurs prescrite par le chapitre II de l'arrêté du Régent du 25 septembre 1947, portant règlement général des mesures d'hygiène et de santé des travailleurs dans les mines, minières et carrières souterraines. Cette section accomplira, dans le cadre de la tutelle précitée, des missions identiques à celles des comités susdits telles qu'elles sont définies ci-dessus. Les modalités de sa constitution, de son fonctionnement et de ses rapports avec le comité provincial seront déterminées par arrêté ministériel.

Chapitre V. — *Dispositions générales.*

Art. 14. Les modalités particulières de désignation des membres des services et des comités de sécurité et d'hygiène, ainsi que des comités provinciaux prévus respectivement aux articles 1er et 13 du présent arrêté, de même que les modalités de constitution et de fonctionnement de ces organismes seront déterminées par arrêté ministériel.

Art. 15. Les ingénieurs de l'Administration des Mines et les inspecteurs-médecins du Service de l'Inspection médicale du Travail sont chargés de surveiller l'application des dispositions du présent arrêté, chacun en ce qui le concerne.

Art. 16. Les fonctionnaires désignés à l'article précédent peuvent exiger la communication des documents nécessaires à l'accomplissement de leur mission.

Les chefs d'entreprise, patrons, gérants, directeurs, les préposés et les travailleurs sont tenus de leur fournir les renseignements qu'ils demandent pour s'assurer de l'observation des prescriptions du présent arrêté.

En cas d'infraction à ces prescriptions, les fonctionnaires

précités dressent des procès-verbaux qui font foi jusqu'à preuve du contraire. Ces procès-verbaux seront dressés autant que possible séance tenante.

Une copie du procès-verbal sera, dans les quarante-huit heures, adressée au contrevenant, sous pli recommandé, à peine de nullité.

Art. 17. La constatation et la répression des infractions aux dispositions du présent arrêté ainsi que des infractions aux conditions des autorisations qui auraient été accordées de déroger à ces dispositions auront lieu conformément aux articles 39 et 40 de la loi du 5 juin 1911, complétant et modifiant les lois du 21 avril 1810 et du 2 mai 1937 sur les mines, minières et carrières (art. 130 et 131 des lois minières coordonnées).

Art. 18. Le Ministre des Affaires économiques et des Classes moyennes, le Ministre du Combustible et de l'Energie et le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruvelles, le 25 septembre 1947.

CHARLES.

Par le Régent :

Le Ministre des Affaires économiques
et des Classes moyennes,
J. DUVIEUSART.

Le Ministre du Combustible et de l'Energie,
A. DELATTRE.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
Léon-Eli TROCLET.

MINISTERE DU COMBUSTIBLE ET DE L'ENERGIE.

13 AOUT 1947. — Loi instituant le Conseil national des Charbonnages, ainsi que l'Institut national de l'Industrie charbonnière.

CHARLES, Prince de Belgique, Régent du Royaume,

Le Roi Léopold III se trouvant par le fait de l'ennemi, dans l'impossibilité de régner,

A tous, présents et à venir, SALUT.

Les Chambres ont adopté et Nous sanctionnons ce qui suit :

Titre Ier. — *Du Conseil national des Charbonnages.*

Article 1er. Il est créé un Conseil national des Charbonnages composé de vingt-quatre membres, nommés et révocables par le Roi, et répartis en deux sections, savoir :

1° Une section de la production composée de :

Cinq membres désignés parmi les candidats présentés sur une liste double par les organisations les plus représentatives de la direction des entreprises charbonnières;

Cinq membres désignés parmi les candidats présentés sur une liste double par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier et employé des charbonnages;

Le directeur général des mines;

Un délégué du ministre ayant le combustible et l'énergie dans ses attributions;

Un délégué du ministre ayant les finances dans ses attributions;

Un délégué du ministre ayant les affaires économiques dans ses attributions;

Un délégué du ministre ayant le travail et la prévoyance sociale dans ses attributions;

Un délégué du ministre ayant le rééquipement national dans ses attributions.

2° Une section des prix, composée de :

Deux membres désignés parmi les candidats présentés sur une liste double par les organisations les plus représentatives de la direction des entreprises charbonnières;

Deux membres désignés parmi les candidats présentés sur une liste double par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier et employé des charbonnages;

Un délégué du ministre ayant le combustible et l'énergie dans ses attributions;

Un délégué du ministre ayant les affaires économiques dans ses attributions;

Un délégué du ministre ayant le travail et la prévoyance sociale dans ses attributions;

Un délégué du ministre ayant le rééquipement national dans ses attributions;

Le siège du conseil est établi à Bruxelles ou dans une commune de l'agglomération bruxelloise.

Art. 2. La section de la production du conseil est présidée par le directeur général des mines. La section des prix est présidée par le délégué du Ministre des Affaires économiques.

Dans chacune des sections, le secrétariat est assumé par le délégué du Ministre du Combustible et de l'Energie.

Lorsque certaines questions relèvent simultanément de la compétence de ces deux sections, celles-ci peuvent se réunir ensemble, sur convocation et sous la présidence du directeur général des mines, et exercer conjointement leur mission.

Art. 3. Le conseil peut faire appel au concours d'experts. Ceux-ci n'ont pas voix délibérative.

Art. 4. La section de la production du Conseil national des Charbonnages a pour mission :

1° De contrôler l'activité des charbonnages et d'informer le gouvernement de toutes situations qui, par leur maintien ou leur développement, nuiraient à l'intérêt général;

2° De préparer les règles uniformes selon lesquelles les charbonnages devront tenir leur comptabilité et présenter leurs bilans et leurs comptes de profits et pertes;

3° De formuler des règles sur l'établissement des prix de revient;

4° De poursuivre une enquête approfondie sur les besoins de rééquipement les plus urgents et de formuler des recommandations en cette matière;

5° De fournir à la Commission nationale mixte des Mines toutes informations relatives à l'amélioration du statut et des conditions de travail des mineurs;

6° De suggérer toutes mesures susceptibles de réduire la consommation propre de combustibles des charbonnages;

7° De procéder à un examen approfondi de la répartition géographique des concessions minières, de l'état des travaux du fond et de l'équipement de chacun des exploitants; de faire rapport, à la suite de cet examen, sur tous remembrements et fusions de charbonnages qu'il reconnaîtra nécessaires pour augmenter le volume de la production ou pour en diminuer le coût; de donner des indications sur les conditions susceptibles de favoriser les dits remembrements et fusions; de provoquer des réunions de conciliation entre les représentants des entreprises dont il recommande la fusion;

8° De relever et de contrôler les prix de revient des charbonnages, d'en analyser les facteurs et d'en suivre l'évolution, de dégager les effets exercés par le niveau des prix sur le volume de la production et sur les conditons d'exploitation et de formuler tous avis pour que ces effets n'exercent pas une action défavorable sur l'économie charbonnière;

9° De préparer la création de l'Institut national de l'Industrie charbonnière prévu à l'article 15.

Art. 5. La section des prix du Conseil national des Charbonnages a pour mission :

1° De procéder à toutes études préalables à la fixation des barèmes de vente du charbon;

2° De donner tous avis et indications permettant aux ministres ayant les affaires économiques, le rééquipement national et le combustible et l'énergie dans leurs attributions ,de fixer les barèmes de prix du charbon;

3° De préparer les règles uniformes selon lesquelles les organismes d'achat et de vente prévus à l'article 9 devront tenir leur comptabilité et présenter leurs bilans et leurs comptes de profits et pertes;

4° De faire enquête sur les conditions dans lesquelles s'opère la distribution du charbon dans le pays et de soumettre ses conclusions aux ministres ayant les affaires économiques, le rééquipement national et le combustible et l'énergie dans leurs attributions;

5° De formuler tous avis concernant la politique d'importation et d'exportation du charbon.

Art. 6. Chacune des sections du Conseil national des Charbonnages est tenue de faire rapport sur ses travaux au ministre ayant le combustible et l'énergie dans ses attributions et de présenter, dans les neuf mois de l'entrée en fonction du conseil, des conclusions sur les objets de sa mission définie, d'une part aux 2°, 3°, 4°, 6°, 7°, 8° et 9° de l'article 4 et, d'autre part, aux 1°, 2°, 3° et 4° de l'article 5.

Le conseil étudie, soit à son initiative, soit à celle du Ministre des affaires économiques du Ministre du Rééquipement national ou du Ministre du Combustible et de l'Energie, toutes mesures d'ordres technique, administratif, économique, financier ou juridique, destinées à coordonner, rationaliser et surveiller la production, la distribution et la consommation du charbon.

Il se préoccupe également des problèmes sociaux tels que : niveau de vie des ouvriers, recrutement de la main-d'œuvre, hygiène et sécurité des travaux.

Art. 7. Le Conseil national des Charbonnages dispose pour chacune des sections ou pour les sections conjointes, des pouvoirs d'investigation les plus étendus en vue et dans les limites de l'accomplissement de sa mission.

Il peut notamment consulter tous documents et entendre toutes personnes en vue de l'exécution de sa mission. Le conseil peut subdéléguer tout ou partie de ses pouvoirs à certains de ses membres ou à des personnes désignées par lui, agissant isolément ou en collège.

Lorsqu'elles sont dûment mandatées à cet effet, ces personnes peuvent entrer dans tous les immeubles ou installations du fond et de la surface, et consulter toutes écritures quelconques, sans les déplacer. Elles sont assermentées et tenues au secret professionnel. L'article 458 du Code pénal

leur est applicable, sans préjudice des sanctions disciplinaires éventuelles.

Art. 8. Le Conseil national des Charbonnages, sur avis conforme du ministre ayant le combustible et l'énergie dans ses attributions, fixera les règles de fonctionnement du Conseil national des Charbonnages, les conditions de ses délibérations, le mode de rémunération des experts et des personnes chargées de mission par cet organisme, ainsi que le montant des indemnités pour frais de déplacement dans l'exercice de leurs fonctions.

Les frais de fonctionnement seront mis à charge du budget du Ministère du Combustible et de l'Energie.

Titre II. — *Dispositions générales.*

Art. 9. Les ministres ayant les affaires économiques, le rééquipement national et le combustible et l'énergie dans leurs attributions fixent, après avoir entendu le Conseil national des Charbonnages, les barèmes de prix maxima du charbon.

Les importations et les exportations, ainsi que les conditions auxquelles s'effectuent ces opérations sont subordonnées à l'accord du Conseil des Ministres.

Les Ministres des Affaires économiques et du Combustible et de l'Energie peuvent prescrire que les opérations d'achat et de vente, d'importation et d'exportation se feront par l'intermédiaire ou sous le contrôle d'un ou de plusieurs organismes centraux ou de tels organismes existants spécialement agréés à cet effet.

Art. 10. Tous remembrements, toutes fusions ou absorptions totales ou partielles de charbonnages sont soumis à l'approbation préalable des ministres ayant le combustible et l'énergie et le rééquipement national dans leurs attributions, sur avis du Conseil national des Charbonnages.

Art. 11. Il est intercallé dans le Code des droits d'enregistrement, d'hypothèque et de greffe un article 301ter, ainsi conçu :

" Art. 301ter. Sont enregistrés gratuitement les actes constatant la fusion de sociétés ayant pour objet l'exploitation

des charbonnages, ainsi que les actes constatant l'absorption par une société, ayant le même objet, des biens ou avoirs d'une ou plusieurs autres sociétés affectés à cette activité.

„ La gratuité prévue à l'alinéa précédent est subordonnée à la double condition :

„ 1° Que l'acte constatant la fusion ou l'absorption soit présenté à la formalité de l'enregistrement avant le 1er janvier 1950;

„ 2° Qu'une copie certifiée conforme de la décision d'approbation par les autorités compétentes soit annexée à l'acte au moment de l'enregistrement. „

Art. 12. Sont timbrées gratuitement les actions émises par les sociétés ayant pour objet l'exploitation de charbonnages, ensuite de fusion de pareilles sociétés ou d'absorption des biens ou avoirs d'une ou plusieurs autres sociétés affectés à cette activité.

La gratuité prévue à l'alinéa précédent est subordonnée à la double condition :

1° Que l'acte constatant la fusion ou l'absorption soit présenté à la formalité de l'enregistrement avant le 1er janvier 1950;

2° Que l'opération soit préalablement approuvée par les autorités compétentes.

Art. 13. La taxe mobilière, la taxe professionnelle et la contribution nationale de crise ne sont pas applicables à l'occasion du partage de l'avoir social des sociétés de capitaux ou de personnes qui ont pour objet l'exploitation de charbonnages et qui, avec l'approbation des autorités compétentes liquideront par absorption ou fusion avant le 1er janvier 1950.

Toutefois, en cas de partage ultérieur de l'avoir social de la société absorbante ou de la société née de la fusion, le capital déductible en vue de l'application, dans son chef, des dispositions de l'article 15, § 2, des lois coordonnées relatives aux impôts sur les revenus, sera constitué par le total des capitaux qui, au moment de l'absorption ou de la fusion, étaient susceptibles d'être déduits dans le chef des sociétés absorbantes et absorbées ou des sociétés fusionnées, majoré

ou diminué selon le cas des libérations effectives ou des remboursements de capital opérés postérieurement à l'absorption ou à la fusion.

Art. 14. Les règles de comptabilité pour les charbonnages et les organismes prévus à l'article 9 qui auront été préparées par le Comité national des Charbonnages et approuvées par le ministre ayant le combustible et l'énergie dans ses attributions seront imposées par arrêté royal.

Titre III. — *L'Institut national de l'Industrie charbonnière.*

Art. 15. Il est créé, sous la surveillance du ministre ayant le combustible et l'énergie dans ses attributions, un établissement public doté de la personnalité civile dénommé " Institut national de l'Industrie charbonnière „.

Son siège est établi à Liège.

Art. 16. L'Institut est administré par un conseil d'administration composé d'un président et de dix-huit membres répartis comme suit :

Cinq membres désignés par les organisations les plus représentatives de la direction des entreprises charbonnières.

Deux membres désignés par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier et employé des charbonnages.

Deux membres désignés par le ministre ayant le rééquipement national dans ses attributions et trois membres désignés par le ministre ayant le combustible et l'énergie dans ses attributions; parmi les personnalités particulièrement compétentes en matière économique et sociale et dans la science de l'exploitation des mines.

Deux membres appartenant à l'administration des mines.

Un membre délégué du ministre ayant le rééquipement national dans ses attributions.

Trois membres désignés par l'Institut pour l'Encouragement des Recherches scientifiques dans l'Industrie et l'Agriculture.

Le président est nommé par le Roi sur proposition du conseil d'administration.

Les membres sont nommés par le Roi.

Le conseil d'administration a, dans les limites de la présente loi, les pouvoirs les plus étendus d'administration et de disposition pour la réalisation de l'objet de l'Institut.

Art. 17. L'Institut national de l'Industrie charbonnière a pour objet :

1° de coordonner et de provoquer l'étude, du point de vue scientifique de tous problèmes d'ordre technique, économique, social ou professionnel relevant de l'industrie charbonnière;

2° de réunir et de tenir à jour une documentation précise sur les utilisations de la houille, notamment pour la production de l'énergie et des produits de distillation ,ainsi que sur les conséquences résultant de l'emploi d'autres combustibles ou de la découverte de nouvelles sources d'énergie.

3° de promouvoir et de subsidier toutes recherches scientifiques, techniques et technologiques relatives à l'exploitation des mines et susceptibles notamment d'améliorer la production charbonnière, le rendement du travail, l'hygiène et la sécurité.

Art. 18. Les ressources de l'Institut national de l'Industrie charbonnière sont assurées :

d'une part, par un subside annuel de l'Etat, inscrit au budget du Ministère du Combustible et de l'Energie;

d'autre part, par une redevance à la tonne nette produite dont le montant est fixé chaque année par le Roi.

Art. 19. La vérification des comptes est assurée par un collège de commissaires composé de quatre membres, dont un désigné par les organisations les plus représentatives de la direction des entreprises charbonnières, un désigné par les organisations les plus représentatives du personnel ouvrier et employé et deux désignés respectivement par les ministres ayant les finances et le combustible et l'énergie dans leurs attributions.

Les membres sont nommés par le Roi.

Art. 20. La gestion courante de l'Institut est assurée par un directeur nommé par le Roi sur présentation du conseil d'administration.

Le directeur remplit les fonctions de rapporteur auprès du conseil d'administration avec voix consultative. Il est chargé d'exécuter les décisions du conseil.

Art. 21. La surveillance de l'activité de l'Institut est exercée par un commissaire du gouvernement nommé par le ministre ayant le combustible et l'énergie dans ses attributions. Les pouvoirs du commissaire du gouvernement et les modalités suivant lesquelles ils sont exercés seront précisés par arrêté royal.

Art. 22. Le budget, le bilan, le compte de résultats et le rapport d'activité sont soumis annuellement au Ministre ayant le combustible et l'énergie dans ses attributions.

Le rapport d'activité est communiqué aux Chambres législatives.

Art. 23. L'Institut est assimilé à l'Etat pour l'application des lois relatives aux taxes et impôts directs au profit de l'Etat, des provinces et des communes.

Art. 24. Les modalités de fonctionnement de l'Institut seront établies par arrêté royal.

Art. 25. Les Ministres ayant les Affaires Economiques, le Rééquipement national et le Combustible et l'Energie dans leurs attributions sont, chacun en ce qui le concerne, chargés de l'exécution de la présente loi.

Promulgons la présente loi, ordonnons qu'elle soit revêtue du sceau de l'Etat et publiée par le Moniteur Belge.

Donné à Bruxelles, le 13 août 1947.

CHARLES.

Par le Régent :

Le Ministre du Combustible et de l'Energie,
A. DELATTRE.

Vu et scellé du sceau de l'Etat :

Le Ministre de la Justice,
P. STRUYE.

AMBTELIJKE BESCHEIDEN

MINISTERIE VAN FINANCIEN, MINISTERIE VAN OPENBAAR ONDERWIJS EN MINISTERIE VAN ENERGIE EN BRANDSTOF.

23 JUNI 1947. — Besluit van de Regent tot wijziging van sommige bepalingen van het koninklijk besluit dd. 22 November 1939 tot regeling van het voeren van de titel en het uitoefenen van het beroep van mijnmeter.

Karel, Prins van België, Regent van het Koninkrijk,

Aan allen, tegenwoordigen en toekomenden, HEIL.

Gelet op het koninklijk besluit dd. 22 November 1939 tot regeling van het voeren van de titel en het uitoefenen van het beroep van mijnmeter en, meer inzonderheid op artikel 3 van dit besluit volgens hetwelk de candidaat, alvorens tot het examen van mijnmeter te worden toegelaten ,moet houder zijn van het diploma van meetkundigeschatter van onroerende goederen, van landmeetkundige of van landmeter hetzij houder zijn van een getuigschrift waaruit blijkt dat hij voor de centrale jury geslaagd is in de eerste technische proef van het examen van meetkundige-schatter van onroerende goederen;

Gelet op het besluit van de Regent, dd. 10 Januari 1947, en, inzonderheid, op artikel 1 van dit besluit, volgens hetwelk deze eerste proef het voorwerp kan uitmaken van twee gedeeltelijke proeven, waarvan het slagen in de eerste dezer zal blijken uit het overmaken van een attest aan de candidaat die de helft der aan elk der vakken verbonden punten heeft bekomen;

Overwegende dat dit slagen aan een candidaat mijnmeter de verzekering geeft dat hij een voldoende basis bezit om zich aan te bieden op het examen van mijnmeter voorzien bij artikel 6 van het koninklijk besluit dd. 22 November 1939;

Op de voordracht van de Minister van Financiën, van de Minister van Openbaar Onderwijs en van de Minister van Energie en Brandstof,

Wij hebben besloten en Wij besluiten :

Enig artikel. a) Artikel 3 van het koninklijk besluit dd. 22 November 1939, tot regeling van het voeren van de titel en van het uitoefenen van het beroep van mijnmeter, wordt als volgt gewijzigd :

" Artikel 3. Om tot het examen van mijnmeter te worden toegelaten, moet men houder zijn van het diploma van meetkundigeschatter van onroerende goederen, van landmeetkundige of landmeter hetzij houder zijn van het getuigschrift waaruit blijkt dat men geslaagd is, voor de centrale jury, in de eerste proef voorzien bij artikel 7 van het koninklijk besluit dd. 18 Mei 1936, betreffende het uitoefenen van het beroep van meetkundige-schatter van onroerende goederen, hetzij houder zijn van het attest waaruit blijkt dat men vóór de centrale jury geslaagd is in de eerste gedeeltelijke proef voorzien bij besluit van de Regent dd. 10 Januari 1947. „

b) Het 3° van artikel 5 van zelfde koninklijk besluit dd. 22 November 1939 wordt als volgt gewijzigd :

" 3° Hetzij zijn diploma van meetkundige-schatter van onroerende goederen van landmeetkundige of landmeter, hetzij het getuigschrift of attest voorzien in hogerbedoeld artikel 3. „

Gegeven te Brussel, de 23 Juni 1947.

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN EN MIDDENSTAND, MINISTERIE VAN ENERGIE EN BRANDSTOF EN MINISTERIE VAN ARBEID EN SOCIALE VOORZORG.

---

25 SEPTEMBER 1947. — Besluit van de Regent houdende instelling van de veiligheids- en gezondheidsorganen in de mijnen, ondergrondse groeven en graverijen.

KAREL, Prins van België, Regent van het Koninkrijk.

Aan allen, tegenwoordigen en toekomenden, HEIL.

Gelet op de bij het koninklijk besluit van 15 September 1919 gecoördineerde mijnwetten en, inzonderheild, gelet op artikel 76 van deze wetten;

Gelet op het besluit van de Regent dd. 3 December 1946 terv ervanging van het besluit van de Regent van 11 Februari 1946 tot instelling van organen voor veiligheid en gezondheid in de handels- en nijverheidsondernemingen alsmede in de openbare diensten en inrichtingen of diensten en inrichtingen van openbaar nut en, inzonderheid, gelet op de laatste alinea van artikel 1 van dat besluit;

Overwegende dat er aanleiding toe is in de mijnen, ondergrondse groeven en graverijen organen voor veiligheid en gezondheid in te stellen zoals die welke bij het vorenvermeld besluit van 3 December 1946 werden voorgeschreven;

Gelet op het advies van de Hoge Raad voor Volksgezondheid, dd. 19 Maart 1947;

Gelet op het advies van de Mijnraad dd. 2 Mei 1947;

Op de voordracht van de Minister van Economische Zaken en Middenstand, van de Minister van Energie en Brandstof en van de Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg,

Wij hebben besloten en Wij besluiten :

Hoofdstuk I. — *Algemene beginselen.*

Artikel 1. Er zal elke onderneming tot ontginning van een mijn, een ondergrondse groeve of greverij een " Dienst voor veiligheid en gezondheid „ ingericht worden.

Deze dienst zal in elke onderneming waarin ten minste 50 personen werken, aangevuld worden met een of, eventueel, meerdere " Comité's voor veiligheid en gezondheid „.

De bevoegde minister zal, op advies van het Mijnwezen en van de Dienst van de Medische Arbeidsinspectie, de verplichting een Comité voor veiligheid en gezondheid in te stellen, tot ondernemingen, waarin minder dan 50 personen werken, kunnen uitbreiden en de voorwaarden van deze uitbreiding bepalen.

Hoofdstuk II. — *Dienst voor veiligheid en gezondheid.*

Art. 2. De bij vorig artikel bedoelde Dienst voor veiligheid en gezondheid zal geleid worden door een " hoofd van de Dienst voor veiligheid en gezondheid „ dat eventueel zal bijgestaan worden door één of meer adjuncten zodat de door die dienst gevergde opdrachten te allen tijde, volledig en doeltreffend kunnen vervuld worden.

Het hoofd van de Dienst voor veiligheid en gezondheid en zijn adjuncten zullen door de bedrijfsleider onder het personeel dat hij te werk stelt, gekozen worden.

De bedrijfsleider zal insgelijks als plaatsvervanger van het hoofd van de Dienst voor veiligheid en gezondheid een persoon aanwijzen die er toe bekwaam is om, zo nodig, met dezelfde bevoegdheid vorenvermeld diensthoofd te vervangen.

De namen, voornamen en adressen van het hoofd van de Dienst voor veiligheid en gezondheid, van zijn plaatsvervanger en van hun eventuele adjuncten, zullen onderaan het werkplaatsreglement of op een bijlage ervan geschreven worden en ter kennis van de hoofdingenieur-directeur van het mijnarrondissement alsmede van de dokter-inspecteur van de arbeid van het district gebracht worden.

Art. 3. Het hoofd van de Dienst voor veiligheid en gezondheid, zijn plaatsvervanger en zij eventuele adjuncten, zullen een voldoende kennis moeten hebben van de wetgeving betreffende de veiligheid, salubriteit en gezondheid in de werkplaatsen, van toepassing op de onderneming waarin zij werken, alsmede de nodige technische kennis bezitten welke

voorvloeit uit de aard van deze onderneming, om de vraagstukken van veiligheid en gezondheid die er zouden ontstaan, te bestuderen.

Zij zullen de voor het uitoefenen van hun functies onontbeerlijke morele waarborgen moeten bezitten.

Zij zullen met het nodig gezag bekleed worden om overal in de onderneming de veiligheids- en gezondheidsmaatregelen te doen toepassen welke zij zullen gepast oordelen.

Zij zullen rechtstreeks aan de directie der onderneming afhangen.

Art. 4. Het effectief of plaatsvervangend hoofd van de Dienst voor veiligheid en gezondheid en de eventuele adjuncten hebben tot opdracht :

1° over te gaan tot veelvuldige en stelselmatige bezoeken van de werkplaatsen om er zich van de vergewissen dat de reglementaire bepalingen betreffende de veiligheid, salubriteit en gezondheid, toegepast worden;

2° de maatregelen te treffen of aan de bedrijfsleider voor te stellen welke zij zullen nodig achten om de gevaarlijke en schadelijke oorzaken die zij zullen vastgesteld hebben of hun zullen ter kennis gebracht worden, te verhelpen;

3° de gepastheid van deze maatregelen na te gaan en de doeltreffendheid er van te controleren;

4° zowel aan de diensthoofden als aan de opzichters (meester-knechten, brigadiers, mijnopzichters, enz.) en aan de andere arbeiders van de onderneming, de bevelen, onderrichtingen of nodige adviezen te geven om deze maatregelen na te leven;

5° al de gepaste propagandamiddelen aan te wenden om aan het personeel de begrippen van veiligheid en gezondheid in te prenten en hun de voorkomingsgeest te boen verkrijgen;

6° regelmatig verslagen op te maken betreffende :

a) de veiligheid- en gezondheidsvoorwaarden in de onderneming;

b) al de ongevallen die er in voorkomen, welke al dan niet de veiligheid en de gezondheid van het personeel in gevaar brengen, na al de daartoe nuttige inlichtingen verzameld te hebben.

Deze verslagen zullen de werkelijke of waarschijnlijke oorzaken van ongevallen of ongezondheid aanwijzen en zullen, zo mogelijk, moeten toelaten de eigenlijke middelen te vinden om de terugkeer er van te verhinderen. Zij zullen gedateerd, genummerd en ondertekend worden en, te allen tijde, ter beschikking van de ambtenaren gehouden worden die met het toezicht over de uitvoering van dit besluit belast zijn.

De opdracht van het effectief of plaatsvervangend hoofd van de Dienst voor veiligheid en gezondheid of van de eventuele adjuncten zal kunnen gewijzigd worden bij ministeriële besluiten, welke op advies van het Mijnwezen, van de Dienst van de Medische Arbeidsinspectie en van de Hoge Gezondheidsraad voor de Mijnen zullen gegeven worden.

Art. 5. Een volledig jaarlijks verslag over de bedrijvigheid van de Dienst voor veiligheid en gezondheid binnen het gebied van zijn opdracht zal door de bedrijfsleider of door zijn afgevaardigde aan de hoofdingenieur-directeur van het mijnarrondissement en aan de dokter-inspecteur van de arbeid van het district uiterlijk binnen de twee manden volgende op het verlopen dienstjaar, waarna het verwijst. overgemaakt worden.

Hoofdstuk III. — *Comité voor veiligheid en gezondheid.*

Art. 6. Elk " Comité voor veiligheid en gezondheid „ zal, in hoedanigheid van effectieve leden, omvatten :

a) Leden door de directie van de onderneming aangewezen :

de bedrijfsleider of zijn gelastigde;

het hoofd van de dienst voor veiligheid en gezondheid of zijn plaatsvervanger en, eventueel, één of meerdere van zijn adjuncten;

één of meerdere leden van het leidend personeel;

de dokter en de sociale assistente van de medische dienst

en van de sociale dienst welke eventueel door de onderneming ingericht zijn;

gebeurlijk, technici die van de onderneming deel uitmaken of andere leden van het personeel;

b) Leden die het personeel van de onderneming vertegenwoordigen :

de arbeidersafgevaardigde(n) van de mijninspectie;

leden van het personeel die tot de onderneming behoren, buiten degenen, die in toepassing van bovenstaande littera a) werden aangewezen en bij geheime stemming door voormeld personeel gekozen.

Het aantal krachtens bedoelde littera b) aangewezen personen zal ten minste gelijk zijn aan dat van de in toepassing van bovenstaande littera a) aangewezen personen.

Onder deze werklieden of deze bedienden, zal één of zullen er meerdere vertegenwoordigers zijn van de jonge arbeiders die aan het gezondheidstoezicht over de jongelieden onderworpen zijn, zoals volgt uit de bepalingen van het hoofdstuk II van het besluit van de Regent dd. 25 September 1947 houdende algemeen reglement betreffende de maatregelen op gebied van hygiëne en gezondheid der arbeiders in de mijnen, ondergrondse groeven en graverijen, wanneer de onderneming minstens 25 jonge werklieden te werk stelt. De vertegenwoordigers van de jonge arbeiders moeten zelf tot het onder bedoeld toezicht vallend personeel behoren of mogen niet ouder zijn van 25 jaar. Zijn zij minder dan 18 jaar oud, dan mogen zij geen deel van het Comité voor Veiligheid en Gezondheid uitmaken, maar zullen zij er slechts als adviseurs mogen in zetelen.

Art. 7. Het voorzitterschap van het Comité voor Veiligheid en Gezondheid zal waargenomen worden door de bedrijfsleider of zijn gelastigde, het secretariaat door het effectief of plaatsvervangend hoofd van de Dienst voor Veiligheid en Gezondheid of door één van zijn adjuncten.

Dit comité zal, wanneer er zich een bijzonder geval voordoet, om de aanwezigheid op zijn vergadering kunnen verzoeken van een ambtenaar der bevoegde inspectiediensten, die deze vergadering zal voorzitten.

Deze ambtenaar zal, insgelijks, van ambstwege, kunnen vragen om het comité bijeen te roepen en er het voorzitterschap van waarnemen.

Art. 8. Wanneer er in de onderneming ten minste 200 arbeiders zijn, zal het Comité voor Veiligheid en Gezondheid in afdelingen kunnen gesplitst worden waarop dezelfde werkingsregels als die welke voor dit comité bepaald werden, van toepassing zullen zijn.

Wat de steenkolenmijnen aangaat, zal de oprichting van een speciale afdeling (eventueel van meerdere speciale afdelingen) voor de ondergrondse werkzaamheden verplicht zijn.

Art. 9. Het Comité voor Veiligheid en Gezondheid zal ten minste ééns per maand bijeenkomen ten einde de verslagen van het hoofd van de Dienst voor Veiligheid en Gezondheid te onderzoeken, welke in 6° van artikel 4 vorenvermeld beoogd worden, en te beraadslagen over het gevolg dat er dient aan gegeven.

Bij ernstig ongeval, zal het onmiddellijk bijeenkomen.

Art. 10. Het Comité voor Veiligheid en Gezondheid zal zich doorgaans bezighouden met al de vraagstukken betreffende de veiligheid en de gezondheid van de arbeiders.

Het zal al de gepaste propagandamiddelen aanwenden en, zo nodig, de noodzakelijke maatregelen voorstellen om aan het personeel de begrippen van veiligheid en gezondheid in te prenten en het de voorkomingsgeest te doen verkrijgen.

Het zal insgelijks de middelen opzoeken om de werkplaatsen te verfraaien.

Art. 11. In geval van oneenigheid in de schoot van het Comité voor Veiligheid en Gezondheid aangaande de te treffen maatregelen om de veiligheid en de gezondheid in de onderneming te verzekeren, zal dit Comité kunnen beroep doen op de bevoegde ambtenaren van de inspectiediensten.

Daarentegen zal het Comité op verzoek van een der ambtenaren, zijn medewerking verlenen bij het opsporen van de oorzaken van onveiligheid van het personeel en van ongezondheid der werkplaatsen en zal zich op de bestudering van de voorkomingsmiddelen toeleggen.

Art. 12. Elk voorstel van het Comité voor Veiligheid en Gezondheid om de in werking zijnde reglementaire voorschriften betreffende de arbeidsbescherming te wijzigen, zal, volgens de omstandigheden, aan de hoofdingenieur-directeur van het mijnarrondissement of aan de dokter-arbeidsinspecteur van het district overgemaakt worden.

Deze voorstellen zullen aan het bevoegd Hoofdbestuur overgemaakt worden om aan het advies van de Hoge Raad voor Gezondheid in de Mijnen voorgelegd te worden.

Hoofdstuk IV. — *Provinciale comité's voor veiligheid en gezondheid.*

Art. 13. De bevoegde Minister zal nadat hij het advies van de betrokken besturen en van de Hoge Raad voor Gezondheid in de Mijnen heeft ingewonnen, over de oprichting van de provinciale comité's voor veiligheid en gezondheid in de mijnen, ondergrondse groeven en graverijen kunnen beslissen en de modaliteiten van deze oprichting bepalen. De provinciale comité's zullen de hoedanigheid hebben van organisme van advies voor de bevoegde inspectiediensten.

Zij zullen tot opdracht hebben :

1° de wedijver tussen de ondernemingen in hun actie met het oog op de veiligheid en de gezondheid van de arbeiders, alsmede op de verfraaiing van de werkplaatsen in te richten;

2° de taak van de comité's voor veiligheid en gezondheid bij de ondernemingen welke nog geen dergelijk comité ingesteld hebben omdat zij minder dan 50 personen te werk stellen, waarnemen;

3° de toepassing van de middelen die geschikt zijn om de werkplaatsen aangenamer te maken, te bevorderen;

4° de inspanningen welke door sommige ondernemingen of groepen van ondernemingen gedaan worden voor de toepassing van gemene of gelijkaardige veiligheids-, voorkomings- of verfraaiingsmaatregelen, waarvan de doeltreffendheid erkend is. te coördineren.

De provinciale comité's zullen een afdeling mogen omvatten van het gezondheidstoezicht over de jonge arbeiders, voorgeschreven in hoofdstuk II van het besluit van de Regent

dd. 25 September 1947, houdende algemeen reglement betreffende de maatregelen op gebied van hygiëne en gezondheid voor de arbeiders in de mijnen, ondergrondse groeven en graverijen. Deze afdeling zal binnen het kader van vorenvermeld toezicht opdrachten vervullen gelijk die van de bovenvermelde comité's en zoals hierboven bepaald. De modaliteiten van haar instelling, van haar werking en van haar betrekkingen met het provinciaal comité zullen ministerieel besluit vastgesteld worden.

Hoofdstuk V. — *Algemene bepalingen.*

Art. 14. De bijzondere modaliteiten betreffende aanduiding der leden van de diensten en comité's voor veiligheid en gezondheid, alsmede van de provinciale comité's respectievelijk voorzien in artikelen 1 en 13 van dit besluit, alsmede de modaliteiten van instelling en van werking dezer organismen, zullen bij ministerieel besluit bepaald worden.

Art. 15. De ingenieurs van het Mijnwezen en de inspecteurs-dokters van de Dienst van de Medische Arbeidsinspectie worden, ieder wat hem betreft, met het toezicht over de toepassing van de bepalingen van dit besluit belast.

Art. 16. De in vorig artikel aangeduide ambtenaren mogen het overmaken van de documenten, welke voor het vervullen van hun opdracht nodig zijn, eisen.

De bedrijfsleiders, werkgevers, zaakvoerders, directeurs, aangestelden en arbeiders moeten hun de inlichtingen verstrekken welke zijn vragen om er zich van te vergewissen of de voorschriften van dit besluit nageleefd worden.

In geval van inbreuk op deze voorschriften zullen voornoemde ambtenaren processen-verbaal opmaken die bewijs leveren tot dat het tegendeel wordt gestaafd. Deze processen-verbaal zullen zoveel mogelijk onmiddellijk opgemaakt worden.

Een afschrift van het proces-verbaal zal, op straffe van nietigheid, binnen de acht en veertig uren, aan de overtreder, per aangetekend stuk, overgemaakt worden.

Art. 17. De vaststelling en de beteugeling van deze inbreuken op de bepalingen van dit besluit, alsmede de inbreuken

op de voorwaarden van de machtigingen welke zouden verleend geweest zijn om van deze bepalingen te mogen afwijken zullen geschieden volgens artikelen 39 en 40 der wet van 5 Juni 1911, houdende aanvulling en wijziging der wetten van 21 April 1810 en van 2 Mei 1837 op de mijnen, graverijen en groeven (art. 130 en 131 der gecoördineerde mijnwetten).

Art. 18. De Minister van Economische Zaken en Middenstand, de Minister van Energie en Brandstof en de Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg worden, ieder wat hem betreft, met de uitvoering van dit besluit belast.

Gegeven te Brussel, de 25 September 1947.

CHARLES.

Vanwege de Regent :
De Minister van Economische Zaken
en Middenstand,
J. DUVIEUSART.

De Minister van Energie en Brandstof,
A. DELATTRE.

De Minister van Arbeid en Sociale Voorzorg,
Léon-Eli TROCLET.

MINISTERIE VAN ENERGIE EN BRANDSTOF

13 AUGUSTUS 1947. — Wet houdende instelling van de Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen, alsook van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid.

Karel, Prins van België, Regent van het Koninkrijk,

Koning Leopold III, door 's vijands toedoen, zich in de onmogelijkheid bevindende om te regeren,

Aan allen, tegenwoordigen en toekomenden, HEIL.

De Kamers hebben aangenomen en Wij bekrachtigen hetgeen volgt :

Eerste Titel. — *Nationale Raad voor Steenkolenmijnen.*

Artikel 1. Er wordt een Nationale Raad voor Steenkolenmijnen ingesteld, bestaande uit vier en twintig leden, die door de Koning benoemd en ontslagen worden. Zij worden in twee afdelingen ingedeeld, te weten :

1° Een afdeling " productie ,,, bestaande uit :

Vijf leden aangewezen onder de personen voorkomende op een dubbele voordracht van candidaten, ingediend door de meest op de voorgrond tredende organisaties van de directies der steenkolenbedrijven;

Vijf leden aangewezen onder de personen voorkomende op een dubbele voordracht van candidaten, ingediend door de meest op de voorgrond tredende organisaties van het arbeiders- en bediendenpersoneel ter steenkolenmijnen;

De directeur-generaal van het mijnwezen;

Een afgevaardigde van de minister die energie en brandstof onder zijn bevoegdheid heeft;

Een afgevaardigde van de minister die economische zaken onder zijn bevoegdheid heeft;

Een afgevaardigde van de minister die de financiën onder zijn bevoegdheid heeft;

Een afgevaardigde van de minister die arbeid en sociale voorzorg onder zijn bevoegdheid heeft;

Een afgevaardigde van de minister die 's lands wederuitrusting onder zijn bevoegdheid heeft.

2° Een afdeling " prijzen „ bestaande uit :

Twee leden aangewezen onder de personen voorkomende op een dubbele voordracht van candidaten, ingediend door de meest op de voorgrond tredende organisaties van de leiding der steenkolenbedrijven;

Twee leden aangewezen onder de personen voorkomende op een dubbele voordracht van candidaten, ingediend door de meest op de voorgrond tredende organisaties van het arbeiders- en bediendenpersoneel der steenkolenmijnen;

Een afgevaardigde van de minister die energie en brandstof onder zijn bevoegdheid heeft;

Een afgevaardigde van de minister die economische zaken onder zijn bevoegdheid heeft;

Een afgevaardigde van de minister die arbeid en sociale voorzorg onder zijn bevoegdheid heeft;

Een afgevaardigde van de minister die 's lands wederuitrusting onder zijn bevoegdheid heeft.

De zetel van de raad is gevestigd te Brussel of in een der gemeenten der Brusselse agglomeratie.

Art. 2. De afdeling " Productie „ van de raad wordt voorgezeten door de directeur-generaal van het mijnwezen. De afdeling " Prijzen „ wordt voortgezeten door de afgevaardigde van de Minister van Economische Zaken.

In ieder der afdelingen wordt het secretariaat waargenomen door de afgevaardigde van de Minister van Energie en Brandstof.

Wanneer bepaalde kwesties gelijktijdig onder de bevoegdheid van twee afdelingen vallen, mogen deze te zamen vergaderen op bijeenroeping door en onder voorzitterschap van de directeur-generaal van het mijnwezen en hun opdracht gemeenschappelijk uitvoeren.

Art. 3. De raad mag beroep doen op de medewerking van deskundigen. Deze zijn niet stemgerechtigd :

Art. 4. De afdeling " Productie „ van de Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen heeft tot taak :

1° De bedrijvigheid van de steenkolenmijnen te controleren en de regering op de hoogte te brengen van alle toestanden die, indien ze mochten voortduren of zich ontwikkelen, het algemeen belang zouden schaden;

2° Eenvormige regels uit te werken volgens welke de steenkolenmijnen hun boekhouding moeten voeren en hun balansen en hun winst- en verliesrekeningen moeten opmaken;

3° Regels voor te schrijven betreffende het berekenen der kostende prijzen;

4° Een grondig onderzoek in te stellen naar de meest dringende behoeften met het oog op de wederuitrusting en aanbevelingen op dit stuk op te maken;

5° Aan de Gemengde Nationale Mijncommissie alle inlichtingen te verstrekken met het oog op de verbetering van het statuut en de arbeidsvoorwaarden van de mijnwerkers;

6° Alle maatregelen voor te stellen die kunnen bijdragen tot de vermindering van het eigen brandstofverbruik van de steenkolenmijnen;

7° Een grondig onderzoek in te stellen naar de geografische verdeling van de mijnvergunningen, de stand van de ondergrondse werken en de uitrusting van elk bedrijf; na dit onderzoek, verslag uit te brengen over elke versmelting of verkaveling van steenkolenmijnen welke zij nodig mocht achten om het quantum van de productie te verhogen of de kosten er van te verlagen; aanwijzingen te geven over de voorwaarden waaronder deze versmeltingen en verkavelingen in de hand kunnen worden gewerkt; vergaderingen tot overleg te beleggen tussen de vertegenwoordigers van de bedrijven waarvan zij de versmelting aanbeveelt;

8° Nota te nemen van de kostende prijzen der steenkolenmijnen en er toezicht op uit te oefenen er de bestanddelen van te ontleden en er het verloop van gade te slaan, de uitwerking na te gaan van het prijsniveau op het quantum voortgebrachte goederen en op de toestand der ontginning en alle adviezen uit te brengen waardoor voorkomen kan worden

dat deze uitwerking een ongunstige terugslag heeft op de steenkolennijverheid;

9° De oprichting voor te bereiden van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid bepaald bij artikel 15.

Art. 5. De afdeling " Prijzen „ van de Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen heeft tot taak :

1° De vast te stellen tarieven der steenkolenverkoopprijzen op voorhand alzijdig te bestuderen;

2° Alle adviezen en inlichtingen te verstrekken, waardoor de ministers onder wier bevoegdheid economische zaken, 's lands wederuitrusting en energie en brandstof ressorteren, in staat gesteld worden de steenkolenprijstarieven vast te stellen;

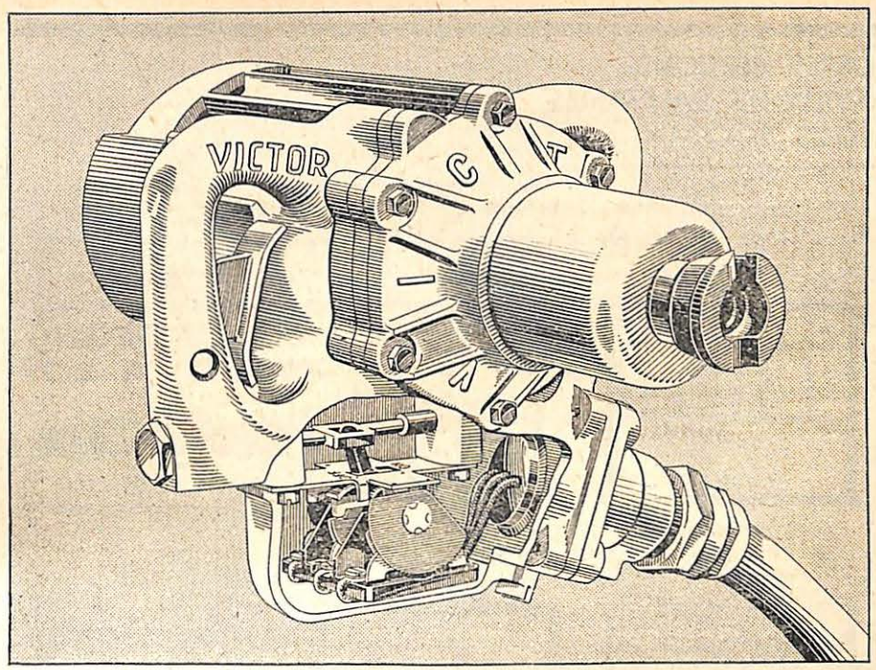
3° Eenvormige regels uit te werken, aan de hand waarvan de in artikel 9 bepaalde aan- en verkooporganismen hun boekhouding dienen te voeren alsmede hun balansen en hun winst- en verliesrekeningen op te maken;

4° Een onderzoek in te stellen omtrent de wijze waarop de steenkolendistributie in het binnenland geschiedt en bij de ministers, onder wier bevoegdheid economische zaken, 's lands wederuitrusting en energie en brandstof ressorteren, hierover verslag uit te brengen en de besluiten, waartoe ze gekomen is, kenbaar te maken;

5° Alle adviezen uit te brengen over de steenkolenin- en uitvoerpolitiek.

Art. 6. Ieder der beide afdelingen van de Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen is gehouden over zijn werkzaamheden verslag uit te brengen bij de minister, onder wiens bevoegdheid energie en brandstof ressorteert, en binnen negen maanden volgend op het in functie treden van de raad, de besluiten waartoe ze gekomen is betreffende de doelstellingen van haar opdracht, zoals deze omschreven worden, eensdeels, in het 2°, 3°, 4°, 6°, 7°, 8° en 9° van artikel 4 en, anderdeels, in het 1°, 2°, 3° en 4° van artikel 5, kenbaar te maken.

De raad bestudeert hetzij op eigen initiatief, hetzij op dit van de Minister van Economische Zaken, van de Minister



VICTOR

50 CYCLE
DRILL

DIRECT
SWITCHING
CONTROL

La perforatrice électrique de mines avec le plus grand rapport « puissance-poids ».

Une perforatrice puissante et légère à contrôle direct par interrupteur à détente pour circuit triphasé à 50 per./sec. jusque 550 volts.
Convenant pour avancement à la main ou mécanique.

CONSTRUCTEURS :

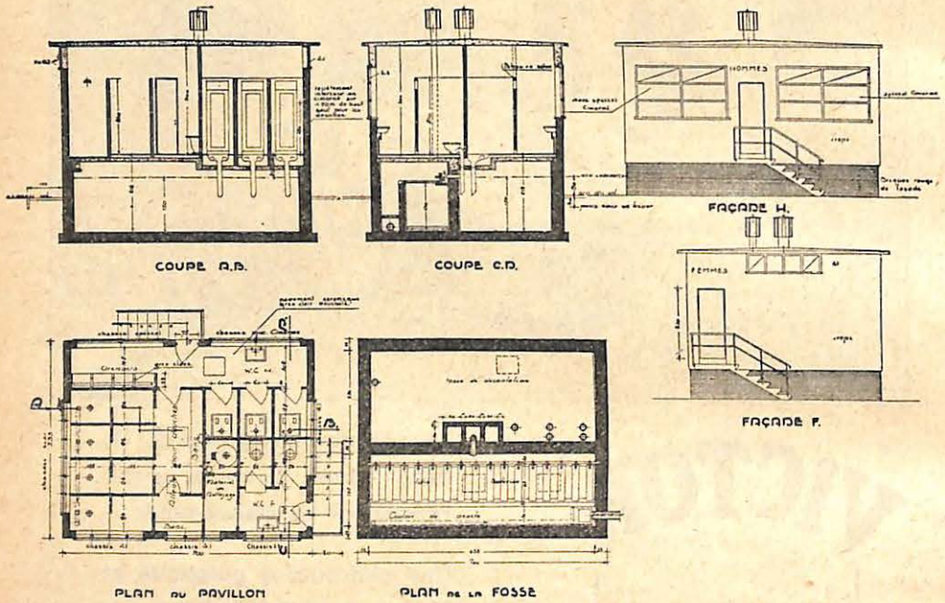
VICTOR PRODUCTS
(WALLSEND) Ltd
WALLSEND-ON-TYNE (Angleterre)

AGENTS :

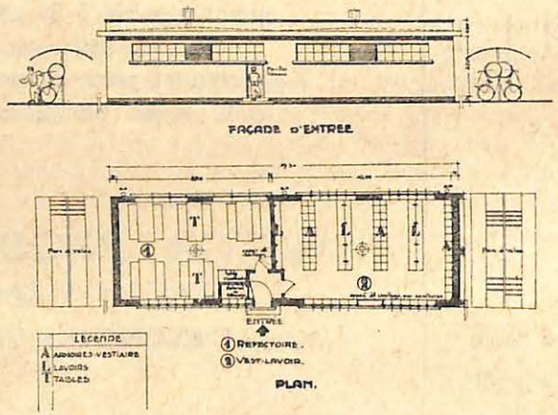
SOCIETE SADACS, HAREN NORD

FOSSES SEPTIQUES,
PAVILLONS SANITAIRES,
BLOCS SOCIAUX.

Pavillon Sanitaire et Fosse Septique
Pour 60 Hommes et 20 Femmes.



Bloc Social pour 50 Ouvriers



BUREAUX D'ETUDE REUNIS D'ARCHITECTURE
ET DE L'ASSAINISSEMENT RATIONNEL BELGE
BUREAUX : 9b, RUE LOUIS HYMANS - BRUXELLES - TEL. : 44.45.64

van 's Lands Wederuitrusting of van de Minister van Energie en Brandstof, alle maatregelen van technische, administratieve, economische, financiële en juridische aard die de coördinatie, de rationalisatie en de contrôle van de productie, het vervoer, de verdeling en het verbruik der steenkolen ten doel hebben.

Hij houdt zich eveneens bezig met maatschappelijke vraagstukken, zoals : levensstandaard der arbeiders, aanwerving van de werkkrachten, hygiëne en veiligheid op het werk.

Art. 7. De Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen beschikt voor ieder zijner afdelingen, over de meest uitgebreide opsporingsbevoegdheid met het oog op en binnen de perken van de vervulling van zijn taak.

Hij kan, onder meer, alle bescheiden raadplegen en alle personen horen met het oog op de uitvoering van zijn taak. De raad kan zijn bevoegdheid, geheel of ten dele, overdragen aan sommige van zijn leden of aan door hem aangewezen personen, die afzonderlijk of in college optreden.

Wanneer daartoe behoorlijk bevoegd verklaard, kunnen deze personen alle gebouwen of inrichtingen onder of boven den grond betreden en alle welkdanige schrifturen raadplegen zonder ze te verplaatsen. Zij worden beëdigd en zijn gebonden door het beroepsgeheim. Artikel 458 van het Wetboek van Strafrecht is op hen toepasselijk, onverminderd eventuële tuchtstraffen.

Art. 8. De Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen kan, op eensluidend advies van de minister die energie en brandstof onder zijn bevoegdheid heeft, een bestendig secretariaat inrichten, in voorkomend geval, gesplitst in twee afdelingen, voor de behoeften van zijn werking.

Een huishoudelijke reglement dat zal moeten worden goedgekeurd door de minister die energie en brandstof onder zijn bevoegdheid heeft, stelt de regelen vast van de werking van de Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen, de voorwaarden waaronder zij beraadslagen, de wijze van vergelding van de deskundigen en van de door dit organisme met een opdracht belaste personen, alsmede het bedrag van de

vergoedingen wegens reiskosten bij de uitoefening van hun ambt.

De werkingsgskosten vallen ten laste van de begroting van het Ministerie van Energie en Brandstof.

Titel II. — *Algemene bepalingen.*

Art. 9. De ministers die de economische zaken, 's lands wederuitrusting en energie en brandstof in hun bevoegdheid hebben stellen, de Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen gehoord, de tarieven vast van de maximumprijzen van de steenkolen.

De invoer en de uitvoer, alsmede de voorwaarden waaronder deze verrichtingen geschieden, zijn afhankelijk van de instemming van de Ministerraad.

De Ministers van Economische Zaken en van Energie en Brandstof kunnen bevelen dat de aankoop en verkoop, de invoer- en de uitvoerverrichtingen geschieden door bemiddeling of onder contrôle van een of verscheidene centrale organismen of van zulke bestaande organismen, daartoe bijzonder erkend.

Art. 10. Alle verkavelingen, alle versmeltingen of alle gehele of gedeeltelijke opslorpingen van steenkolenmijnen worden onderworpen aan de voorafgaande goedkeuring der ministers welke energie en brandstof en 's lands wederuitrusting onder hun bevoegdheid hebben, en zulks op advies van de Nationale Raad voor de Steenkolenmijnen.

Art. 11. Er wordt in het Wetboek der registratie-, hypotheek, en griffierechten, een artikel 301ter ingelast, luidend als volgt :

" Art. 301ter. Worden gratis geregistreerd de akten tot vaststelling der versmelting van vennootschappen die de exploitatie van steenkolenmijnen tot voorwerp hebben, alsmede de akten tot vaststelling der opslorping door een vennootschap die hetzelfde doel heeft, van goederen of bezittingen bestemd voor deze bedrijvigheid en behorend tot een of verschillende andere vennootschappen.

Consultez pour les...

Ponts métallique fixes et mobiles - Charpentes et constructions métalliques - Chaudronneries rivées et soudées - Pylônes - Cages de mines allégées - Maisons préfabriquées et démontables - Grosses tuyauteries - Soudure - Wagonnets - Appareils de levage - Matériel fixe de chemins de fer. Propulseurs de wagons. (LOCOPULSEUR-PULSO)

■

La Société Anonyme des Ateliers de Construction de

JAMBES - NAMUR

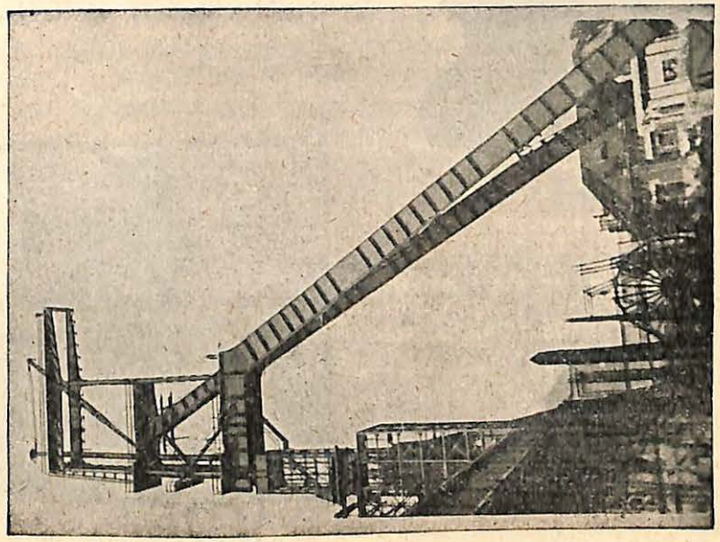
Anciens Etablissements Théophile FINET

Téléphone : Namur 233.55

Adresse Télégraphique : Ateliers Finet-Jambes

■

UN DES PLUS GRANDS D'EUROPE !



Le chevalement de Mine de Maurage.

ATELIERS

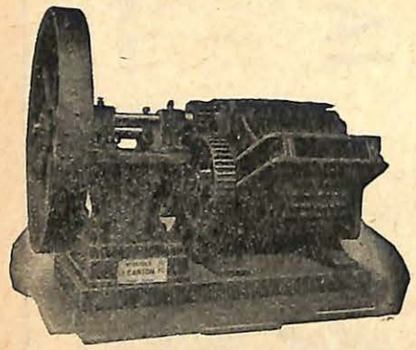
LOUIS CARTON

S. A. TOURNAI (BELGIQUE)

INSTALLATIONS DE :

CUISSON - SECHAGE - CONCASSAGE - BROYAGE - TAMISAGE
LAVAGE - DOSAGE - MELANGE - DEPOUSSIERAGE - ENSACHAGE
MANUTENTION

MATERIEL POUR CHARBONNAGES :



Broyeur à cylindres dentés.

Sécheurs à charbons.

Broyeurs à mixtes, schistes, barrés.

Trommels classeurs et laveurs.

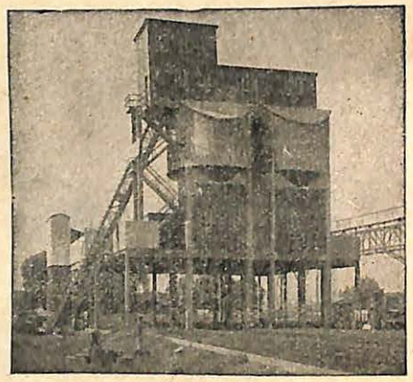
Tamis vibrants.

Elévateurs.

Transporteurs.

Distributeurs.

Filtres dépoussiéreurs.



Installation de manutention
et distribution de charbon.

Installations
de fabrication de claveaux.

„ De bij vorig lid bepaalde kosteloosheid wordt afhankelijk gesteld van de dubbele voorwaarde :

„ 1° Dat de akte waarbij de versmelting of de opslorping wordt vastgesteld, ter registratie wordt aangeboden vóór 1 Januari 1950;

„ 2° Dat, bij de registratie, een voor eensluidend verklaard afschrift van de door de bevoegde overheid uitgebrachte beslissing van goedkeuring, aan de akte wordt gehecht „.

Art. 12. Worden gratis gezegeld, de aandelen die door de vennootschappen welke de uitbating van de steenkolenmijnen tot voorwerp hebben worden uitgegeven ingevolge de versmelting van dergelijke vennootschappen of de opslorping van goederen of bezittingen, bestemd voor deze bedrijvigheid en behorend tot een of verschillende andere vennootschappen.

De bij vorig alinea bepaalde kosteloosheid wordt afhankelijk gesteld van de dubbele voorwaarde :

1° Dat de akte, waarbij de smelting of de opslorping wordt vastgesteld, ter registratie wordt aangeboden vóór 1 Januari 1950;

2° Dat de verrichting vooraf door de bevoegde overheden goedgekeurd weze.

Art. 13. De mobiliënbelasting, de bedrijfsbelasting en de nationale crisisbelasting zijn niet toepasselijk bij de verdeling van het maatschappelijk vermogen der vennootschappen van kapitalen of van personen die de uitbating der steenkolenmijnen ten doel hebben en die, met goedkeuring der bevoegde overheden, vóór 1 Januari 1950 door opslorping of versmelting in vereffening worden gesteld .

Nochtans, in geval van latere verdeling van het maatschappelijk vermogen der opslorpende vennootschap of der uit de versmelting ontstane vennootschap, wordt het kapitaal dat, wat haar betreft aftrekbaar is voor de toepassing der bepalingen van artikel 15, § 2, der samengeordende wetten betreffende de inkomstenbelastingen, gevormd door het totaal der kapitalen die bij opslorping of de versmelting mochten afgetrokken worden in hoofde der opslorpende en opgeslorpte

vennootschappen, of der versmolten vennootschappen, verhoogd of verminderd, volgens het geval, met de werkelijke volstortingen of de terugbetalingen van kapitaal welke geschieden na de opslorping of versmelting.

Art. 14. De boekhoudingsregels voor de steenkolenmijnen en de organismen bepaald bij artikel 9, die werden voorbereid door het Nationaal Comité van de Steenkolenmijnen en goedgekeurd door de minister die energie en brandstof in zijn bevoegdheid heeft, worden opgelegd bij koninklijk besluit.

Titel III. — *Het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid.*

Art. 15. Onder het toezicht van de minister die energie en brandstof onder zijn bevoegdheid heeft, wordt een openbare instelling opgericht, begiftigd met rechtspersoonlijkheid, genaamd " Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid „.
Zijn zetel is gevestigd te Luik.

Art. 16. Het Instituut wordt beheerd door een raad van beheer bestaande uit een voorzitter en uit 18 leden verdeeld als volgt :

Vijf leden aangewezen door de meest vooraanstaande organisaties van de leiding der steenkolenbedrijven;

Twee leden aangewezen door de meest vooraanstaande organisaties van het arbeiders- en bediendenpersoneel der steenkolenmijnen;

Twee leden aangewezen door de minister die 's lands wederuitrusting onder zijn bevoegdheid heeft en drie leden aangewezen door de minister die energie en brandstof onder zijn bevoegdheid heeft, onder de bijzonder bevoegde personen op economisch en sociaal gebied en op dit van de wetenschap van de mijnbouw;

Twee leden behorende tot het bestuur van het mijnwezen;

Een lid, afgevaardigde van de minister die 's lands wederuitrusting onder zijn bevoegdheid heeft;

Drie leden aangewezen door het Instituut tot Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw.

De voorzitter wordt benoemd door de Koning op de voordracht van de raad van beheer.

CORDERIES ET CABLERIES BELGES
Société Anonyme
GILLY (Charleroi)
Adr. télégr. : CABLEBEL-GILLY
Téléphone : 122.55 Charleroi
Registre du Commerce : Charleroi 258.69
CABLES PLATS ET RONDS
METALLIQUES POUR CHARBONNAGES
Spécialité de câbles pour ascenseurs. - Câbles complètement antigiratoires. - Câbles pour la marine et la batellerie, forte galvanisation. - Câbles pour haubans, pour toutes industries. - Spécialité de fils hélicoïdaux. « Système breveté » pour sciage des marbres et pierres.
Visite. - Surveillance. - Expertises. - Réparations et transformations.

Société Anonyme
Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'EST
MARCHIENNE-AU-PONT (Belgique)
Téléphone : Charleroi 12244 — Télégrammes : ESTRHEO
Firme spécialisée dans la préparation mécanique des charbons et minerais
Exploitation des procédés de lavage par RHEOLAVEUR A. FRANCE
Divisions spéciales : Engins de levage — Manutention générale — Charpentes — Pylônes — Réservoirs
Les plus récentes innovations brevetées dans le domaine d'applications de RHEOLAVEUR consistent dans :
1°) Le lavage des fins schlamms à partir d'un dixième de millimètre.
2°) L'automaticité du réglage des batteries de lavage (appareillage électro-mécanique).
3°) L'épuration poussée des catégories de charbon destinées à l'usage dans les gazogènes des véhicules motorisés.
Demandez-nous des renseignements et la visite de nos spécialistes pour l'application à vos installations existantes

LEBRUN

SES COMPRESSEURS D'AIR,

SES COMPRESSEURS FRIGORIFIQUES,

matériel de qualité

S. A. ATELIERS B. LEBRUN, NIMY

De leden werden benoemd door de Koning.

De raad van beheer heeft, binnen de perken van deze wet, de meest uitgebreide machten van beheer en beschikking met het oog op de doorvoering van het doel van het Instituut.

Art. 17. Het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid heeft ten doel :

1° de studie, in wetenschappelijk opzicht, samen te ordenen en te bevorderen van alle technische, economische, sociale of professionele vraagstukken die de steenkolennijverheid aanbelangen;

2° nauwkeurige gegevens in te zamelen en bij te houden over het gebruik van de steenkolen, inzonderheid voor de voortbrengst van drijfkracht en distilleerproducten, alsmede over de gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van andere brandstoffen of uit de ontdekking van nieuwe bronnen van drijfkracht;

3° alle wetenschappelijke, technische en technologische opsporingen betreffende de mijnbouw in de hand te werken en te steunen, die onder meer kunnen bijdragen tot verbetering van de steenkolenproductie, het arbeidsrendement, de hygiëne en de veiligheid.

Art. 18. De geldmiddelen van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid worden verzekerd :

enerzijds door een jaarlijkse toelage van de Staat uitgetrokken op de begroting van het Ministerie van Energie en Brandstof;

anderzijds, door een bijslag per geproduceerde nettoton, waarvan het bedrag elk jaar wordt vastgesteld door de Koning.

Art. 19. Het nazicht van de rekeningen wordt waargenomen door een college van commissarissen bestaande uit vier leden waarvan één aangewezen door de meest vooraanstaande organisaties van de leiding der steenkolenbedrijven, één door de meest vooraanstaande organisaties van het werklieden- en bediendenpersoneel en twee respectievelijk aangewezen door de Ministers die de Financiën en Energie en Brandstof onder hun bevoegdheid hebben.

De leden worden benoemd door de Koning.

Art. 20. Het lopend beheer van het Instituut wordt waarge-

nomen door een directeur, benoemd door de Koning, op de voordracht van de Raad van Beheer.

De directeur neemt het ambt waar van verslaggever bij de raad van beheer, met raadgevende stem. Hij is belast met de uitvoering van de beslissingen van de raad.

Art. 21. Het toezicht op de bedrijvigheid van het Instituut wordt uitgeoefend door een Regeringscommissaris benoemd door de Minister die Energie en Brandstof onder zijn bevoegdheid heeft. De machten van de Regeringscommissaris en de wijze waarop zij worden uitgeoefend worden omschreven bij koninklijk besluit.

Art. 22. De begroting, de balans, de uitkomstenrekening en het verslag over de bedrijvigheid worden jaarlijks voorgelegd aan de Minister die Energie en Brandstof onder zijn bevoegdheid heeft.

Het verslag over de bedrijvigheid wordt medegedeeld aan de Wetgevende Kamers.

Art. 23 .Het Instituut wordt met de Staat gelijkgesteld, wat betreft de toepassing van de ten bate van de Staat, de provinciën en gemeenten geheven taxes en directe belastingen.

Art. 24. De wijze van werking van het Instituut wordt vastgesteld bij koninklijk besluit.

Art. 25. De Ministers die de Economische Zaken, 's Lands Wederuitrusting en Energie en Brandstof in hun bevoegdheid hebben zijn, elk wat hem betreft, belast met de uitvoer van deze wet.

Kondigen de tegenwoordige wet af, bevelen dat zij met 's lands zegel bekleed en door het Belgisch Staatsblad bekendgemaakt worde.

Gegeven te Brussel, de 13 Augustus 1947.

KAREL.

Vanwege de Regent :
De Minister van Energie en Brandstof,
A. DELATTRE.
Gezien en met 's Lands zegel bekleed :
De Minister van Justitie,
P. STRUYE.

ANC ETABL. METALL.

NOBELS-PEELMAN

St-NIKLAAS (Waas)

Tél. : 13 et 384 — Télégr. : ATELIERS

PONTS - CHARPENTES - CHAUDRONNERIE - WAGONS - TANKS

WAGONS ET WAGONNETS DE MINES ET DE CARRIERES — VOIES ET AIGUILLAGES — TRANSPORTEURS AERIENS — CHEVALETS — CONSTRUCTIONS POUR TRIAGE-LAVOIRS — TREMIES — CHASSIS A MOLETTE

CADRES DE MINES POUR SOUTENEMENT

ENTREPRISES DE TRAVAUX MINIERS

JULES VOTQUENNE

Bureau : **11, Rue de la Station, TRAZEGNIES** - Tél. : Charleroi 80.091

FONÇAGE ET GUIDONNAGE DE PUITS DE MINES

Nouveau système de guidonnage à clavettes sans boulons - Brevet Belge n° 453989 E.-T. de 1944.
Guidonnages frontaux métalliques et en bois, perfectionnés, pour puits à grande section.

EXECUTION DE TOUS TRAVAUX DU FOND

Creusement de galeries, bouveaux à blocs, bouveaux à cadres, recarrages, etc.

ARMEMENTS COMPLETS DE PUITS DE MINES
BOIS SPECIAUX D'AUSTRALIE
ENTREPRISES EN TOUS PAYS — GRANDE PRATIQUE

Nombreuses références : 50 puits à guidonnage BRIARD
équipement de 17 puits à grande section

Visites, Projets, Etudes et Devis sur demande.

Ateliers J. HANREZ, S. A.

MONCEAU-sur-SAMBRE (Belgique)

DIVISION CHAUFFAGE INDUSTRIEL
INSTALLATIONS COMPLETES DE CHAUFFERIES MODERNES
CHAUFFAGE AU CHARBON PULVERISE
Appareils pulvérisateurs, système ATRITOR.
Dépoussièrage, désulfuration et épuration des fumées et gaz en général.
DEPOUSSIEREURS BREVETES, système A. MODAVE.
Dépoussièreurs électriques, système breveté.

DIVISION MATERIEL POUR MINES ET CARRIERES
Installations complètes de fabriques d'agglomérés (briquettes et boulets).
Cribles — Tamis « SUMMIT » — Sècheurs centrifuges — Sècheurs « LOUVRE »
EVITE-MOLETTES BREVETE — Décantation — Floculation.

DIVISION INDUSTRIE DE LA VERRERIE ET DE LA CERAMIQUE
Installations complètes de manufactures de glaces, de verreries mécaniques.
Machines à bouteilles, entièrement automatiques, brevets ROIRANT
Transporteurs à bouteilles. — MATERIEL POUR BRIQUETERIES.
Installations complètes pour briqueteries mécaniques.

DIVISION CONSTRUCTIONS MECANIQUES
MECANIQUE GENERALE ET MECANIQUE DE PRECISION
Matériel de fonderie — Machines à mouler
Pièces de forge de fonte et de chaudronnerie — Poêles à circulation d'air.

ETUDES
Etude et réalisation de tout matériel spécial, suivant données et spécifications des clients.

ATELIERS JASPAR S. A.
LIEGE

Robinetterie pour haute pression,
haute surchauffe et industries chimiques

Contacteurs
Relais
et disjoncteurs
Commandes
électriques
à distance

Autres spécialités
Machines à fraiser de grande précision
Ascenseurs et monte-charges électriques

SOMMAIRE DE LA I^re^ LIVRAISON — TOME XLVII
INHOUD VAN DE I^e^ AFLEVERING — BOEKDEEL XLVII

INSTITUT NATIONAL DES MINES,

A FRAMERIES-PATURAGES

Rapport sur les travaux de 1946 . . J. FRIPIAT 5
Annexe I. — Etude de cinq masques antipoussières . . . . . L. BRISON 119
Annexe II. — L'inflammation du méthane en milieu ionisé . . . M. VAN PEE 135
Annexe III. — Note sur le dosage de l'humidité dans les explosifs . G. NENQUIN 151
Annexe IV. — Liste des appareils électriques et divers 159

NATIONAAL MIJNINSTITUUT, TE FRAMERIES-PATURAGES

Verslag over de werkzaamheden in 1946 . . . . . J. FRIPIAT 179

MEMOIRE — MEMORIE

Quelques actualités des houillères américaines . . . . . L. DENOEL 283

NOTES DIVERSES — DIVERSE NOTA'S

Le problème de la main-d'œuvre dans les mines belges . . . . . G. LOGELAIN 363

Het vraagstuk der werkkrachten in de Belgische mijnen (samenvatting) . . . . . G. LOGELAIN 380

CHRONIQUE

Une mission d'ingénieurs belges au Congrès minier américain de Cleveland. . . . . G. LOGELAIN 383

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Géomètre des Usines : Arrêté du Régent du 23 juin 1947 387

Organes de sécurité dans les mines, minières et carrières souterraines : Arrêté du Régent du 25 septembre 1947 . 389

Conseil National des Charbonnages et Institut national de l'industrie charbonnière : Loi du 13 août 1947 . . 397

AMBTELIJKE BESCHEIDEN

Beroep van mijnmeter : Besluit van de Regent dd. 23-6-47 406

Veiligheids- en gezondheidorganen in de mijnen, ondergrondse groeven en graverijen : Besluit van de Regent dd. 25-9-47 408

Nationale Raad voor de steenkolenmijnen en nationaal Instituut voor steenkolennijverheid : Wet dd. 13 Augustus 1947 417

POUDRERIES REUNIES DE BELGIQUE S.A.

6, PLACE STEPHANIE

Téléphone : 11.43.94 (3 lignes). Télégrammes : « Robur ».

DYNAMITES

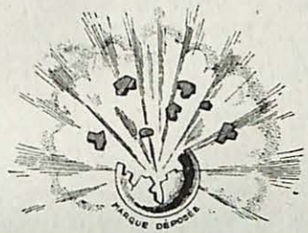
Explosifs S.G.P. et gainés
pour mines grisouteuses

Explosifs brisants
avec ou sans nitroglycérine

Explosifs pour abatages en masse
par mines profondes

Détonateurs

Exploseurs



Mèches de sûreté

ATELIERS LIEGEOIS D'OUTILLAGE PNEUMATIQUE

Société Anonyme
ANS - LEZ - LIEGE

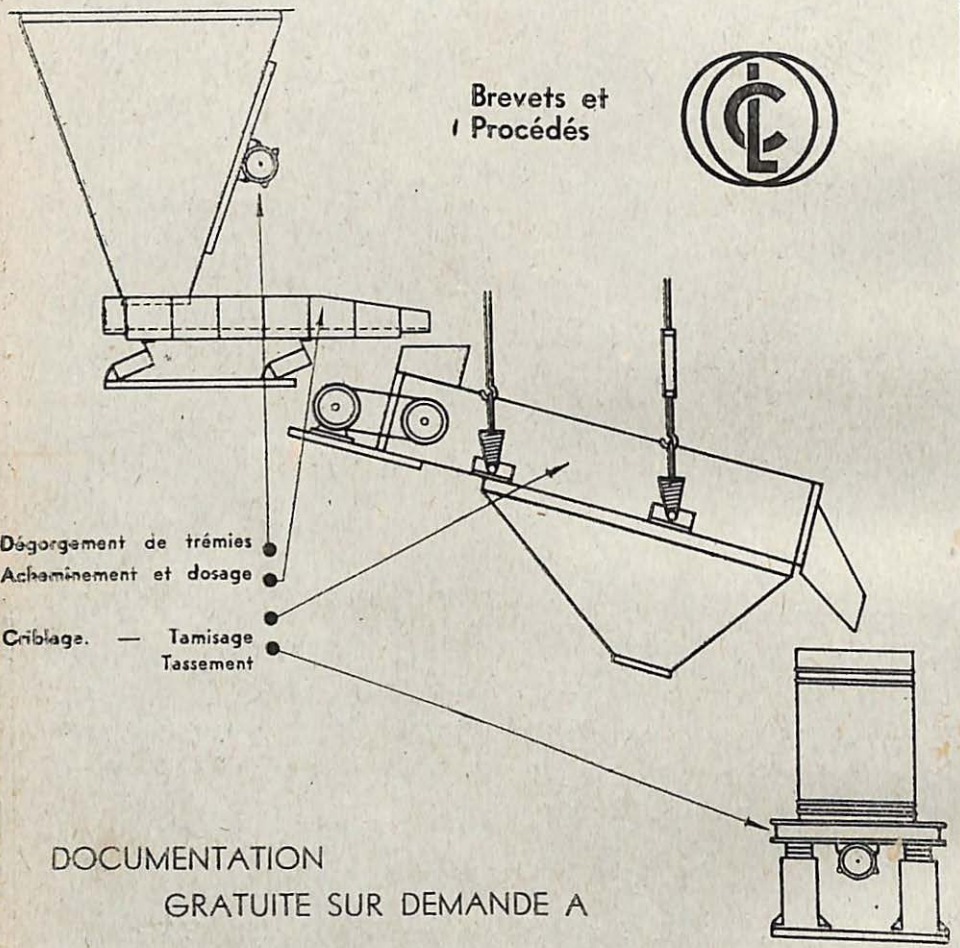
Tél. : 60551 — R. C. : Liége 332 — Télégr. : FOREX-LIEGE

FABRICATION EXCLUSIVE DE MARTEAUX PNEUMATIQUES
pour Mines, Carrières, Usines, etc.

PERFORATEURS — PIQUEURS — BRISE-BETON
Riveurs — Burineurs — Fouloirs — Détartreurs — Etc.

NOMBREUSES REFERENCES
CATALOGUE ENVOYE SUR DEMANDE

LA VIBRATION DIRIGEE
APPLIQUEE A L'INDUSTRIE HOUILLERE



DOCUMENTATION
GRATUITE SUR DEMANDE A

Laboratoire
de
Cinématique

VIBROGIR

LE MATERIEL VIBRANT
SCIENTIFIQUE

24, Rue
de l'Autonomie,
Bruxelles
Tél. 21.17.93