

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1960
DE
L'INSTITUT NATIONAL DES MINES
à Pâturages

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

SAMENVATTING

I. Springstoffen.

- 1) Proeven in mijngas in de metaalgalerij.
Deze proeven werden op punt gesteld, wat betreft de uitrusting van de galerij, ten einde de voorwaarden bestaande op de schietwerkplaatsen van zo nabij mogelijk te benaderen.
- 2) Toezicht op de houding ten opzichte van het mijngas.
*Onderzoek van 120 monsters genomen uit de leveringen aan de verbruikers.
Ter gelegenheid van deze controle-proeven, werd er overgegaan tot een op punt stelling van de werkwijze vereist voor het schieten in de metaalgalerij.*
- 3) Geschiktheid tot het voortplanten van de ontploffingsgolf.
*Kritisch onderzoek van de genormaliseerde proef op de geschiktheid in open lucht, toegepast op de springstoffen met ionen-uitwisseling.
Evolutie naar een proefmethode in gesloten ruimte.*
- 4) Franse proef in mijngasachtig midden toegepast op de Belgische springstoffen.
De proef bewijst dat onze springstoffen voldoen aan de proef van een propschot met een lichte opvulling.
- 5) Brisantie-proeven in de loodblok.
*De methode van Hess blijkt nuttig te zijn voor het onderzoeken van veiligheidsspringstoffen met ionen-uitwisseling.
Biedt de mogelijkheid om de hoedanigheid van de fabricaties op eenvoudige wijze te controleren.*
- 6) Ontploffingssnelheid.
Evolutie van de meetmethode toegepast, sinds 1959, aan de springstoffen met vertraagde reactie.
- 7) Voortplanten van de ontploffing doorheen een hydraulische prop.
Alleenlijk met de prop van deze aard heeft men een totale zekerheid wat het voortplanten betreft, zelfs wanneer de tussenlassing 1,50 m lang is.
- 8) Studie van opstopingspatronen met kalksteen als grondstof.
De door een kolenmijn voorgestelde patronen hebben niet voldaan aan de proeven in een mijngasachtig midden wanneer ze in het boorgat onvoldoende geplet werden, wat steeds mogelijk is.

9) Ontploffbaarheid van Belnitral 26 % N.

Ingevolge proeven over de ontploffbaarheid en de houding ten opzichte van het vuur, werd vastgesteld dat deze samengestelde meststof voldoende ongevoelig is.

10) Samenstelling der gassen afkomstig van schietwerk.

Monsters van gas afkomstig van schietwerk werden genomen in een steengang in delving in een kolenmijn en in een installatie van het laboratorium van het N.M.I.

De uitslagen die wij bekomen hebben, laten de volgende besluiten toe :

- De soms geparaffineerde papierverpakking van springstoffen is een bron voor CO en CO₂ gassen ;
- De hoeveelheden vrijkomend gas vergroten met de lading ;
- De verdunning van de door het schieten veroorzaakte rookgassen geschiedt des te sneller dat de luchtverversing groot is ;
- De stop der rookgassen verdunt en verlengt zich naargelang hij zich van het front verwijderd ;
- De hoeveelheden vrijkomend gas afkomstig van schietwerk zijn afhankelijk van de samenstelling van de gebruikte springstof ;
- Talrijke factoren, zoals de geleverde arbeid, de vochtigheid, enz... hebben een grote invloed op de chemische reacties, die zich onmiddellijk na de ontploffing voordoen en aldus op de hoeveelheid arbeid die een springstof kan leveren, en op de vorming van de vrijkomende gassen.

Wij zijn voornemens deze studie voort te zetten.

II. Slagpijpjes.

1) Slagpijpjes voor de mijnen.

Nieuwe erkenningsvoorwaarden, met betrekking op de veiligheid ten opzichte van het mijngas, werden voorgesteld.

Zij hebben het voorwerp uitgemaakt van de omzendbrief n^o 127 van 28-10-1960 van de Directeur-Generaal van het Mijnwezen.

2) Bijzondere elektrische slagpijpjes.

Op verzoek van de Dienst der Springstoffen werden proeven uitgevoerd ten einde na te gaan of de controle van de elektrische weerstand van deze bijzondere slagpijpjes op industriële wijze geen gevaar biedt.

III. Opsporing van mijngas.

De zoutparel « von Rosen », aangebracht in de pit van een benzinelamp, vergemakkelijkt ten zeerste het opsporen van het mijngas ; dit blijkt uit de vergelijkende proeven uitgevoerd op verschillende lampen.

IV. Benodigdheden voor het schieten.

Vijf schietmachines en twee ohmmeters werden erkend.

Aannemingsvoorwaarden voor de schietlijnen werden voorgesteld ; zij hebben het voorwerp van de omzendbrief n^o 121 van 23-3-1960 van de Directeur-Generaal van het Mijnwezen uitgemaakt.

Acht schietlijnen van verschillende merken en types werden, volgens deze voorschriften, erkend.

V. Propaganda voor de veiligheid bij het schieten.

Het N.M.I. heeft medegewerkt aan de opleiding van de schietmeesters en heeft, tot hunner intentie, de brochure « Het N.M.I. en de schietmeester » gepubliceerd. In 1960 bezochten 2364 personen, waaronder 2.000 schietmeesters, het N.M.I.

VI. Elektrische batterijlokomotieven voor de mijnen.

De studie van een batterij loodakkumulatoren werd beëindigd. Deze batterij werd erkend.

VII. Elektrische toestellen.

1) Mijngasveilige toestellen.

Onder de erkende mijngasveilige toestellen, waarvan de lijst in bijvoegsel gegeven is, bevindt zich een Foucault stromen-koppeling. De beschrijving van deze machine wordt opgenomen in dit verslag, wegens de originaliteit van deze verwezenlijking.

2) Elektrische toestellen en elektrische kringlopen van intrinsieke veiligheid.

Een geluidsdetector ten einde de geluiden doorgegeven door het gesteente en een controletoeistel om de isolatieweerstand van een elektrische kring ten opzichte van de aarde te meten, werden erkend.

VIII. Brandvoorkoming.

1) Transportbanden.

21 nieuwe transportbanden werden beproefd ; 6 ervan werden erkend.

Ten einde de fabricatievoorschriften van transportbanden eventueel te wijzigen, hebben wij onze proeven op de volgende principes gebaseerd ;

1°) de transportband mag geen voortplantingsagent zijn van een bestaande brand ;

2°) de transportband mag geen oorzaak van brand zijn :

a) het slippen van de band kan de temperatuur van de aandrijfstrommel tot 300° C en meer opdrijven. Vanaf een temperatuur van 200° C kan de aandrijfstrommel zekere soorten kolenstof doen ontvlammen of nagloeien.

b) een transportband op een aandrijfstrommel van 300° C of meer kan ontvlammen of nagloeien.

Ten einde een maximum van veiligheid te verzekeren is het nodig dat de transportband een ontvlammingsproef en een slipproef op trommel lukt.

Anderzijds zou de aandrijfstrommel moeten uitgerust zijn met een apparaat dat hem stillegt of met water besproeit wanneer een abnormale temperatuursverhoging zich voordoet.

Als ontvlammingsproef denken wij de zogenaamde « Hollandse proef », evenwel lichtjes gewijzigd voor te stellen.

Als slipproef blijven wij de proef, beschreven in de ministeriële omzendbrief n° 111 van 8 juli 1958, uitvoeren. Wij denken evenwel een wijziging voor te stellen voor de transportbanden gebruikt bij aandrijfstrommels voorzien van een schikking die in geval van nood de inrichting stillegt of met water besproeit.

Verder hebben wij vergelijkende proeven volgens de oude en de nieuwe werkwijze N.M.I. en volgens de werkwijze voorgesteld door de I.S.O. uitgevoerd.

2) Onontvlambare oliën.

Als lid van de subcommissie van de E.G.K.S. (onbrandbare smeerstoffen) hebben wij verschillende tests beproefd aan dewelke de onontvlambare vloeistoffen, gebruikt in hydraulische kommandotoestellen en in hydraulische koppelingen, zullen moeten voldoen.

Deze tests zijn :

a) De verstuivingsproef op 70 kg/drukking ; tot op heden werd door de Commissie geen enkele grenswaarde vastgelegd.

b) De test genaamd « met de pijpenkuiser ». Deze test werd door de Commissie niet weerhouden.

c) De ontvlambaarheidstest van een mengsel steenkool/smeerstof. Deze test bestaat er in een laag mengsel van 2 mm dikte, uitgestrekt op een metalen lat van 370 mm lengte en 30 mm breedte, te verwarmen bij middel van een Bunsen-branders. De vooruitgang van de vlammenzone wordt gemeten ; de Commissie heeft evenmin grenswaarden bepaald.

d) De test ter bepaling van de weerstand van het afdichtmateriaal ten opzichte van de onontvlambare vloeistoffen.

Uit deze proeven blijkt, dat de afdichtmaterialen voor de onontvlambare oliën zullen moeten herzien worden.

Wij hebben twee smeervetten voor extractiekabels onderzocht. Uit het onderzoek blijkt dat het voortschrijden van de vlam langzamer geschiedt dan dit het geval was met de eertijds gebruikte smeervetten.

IX. Brandbestrijding.

Blusapparaten.

Op één blustoestel na werden al de onderzochte blustoestellen met universeel poeder erkend.

Voor het ogenblik zijn het de enige blustoestellen in staat om in de voorgeschreven voorwaarden de drie typen van brandhaard te blussen.

X. Opzoekingen van het scheikundig laboratorium.

Dit verslag toont aan hoe de hygroskopische zouten de eigenschappen der veiligheidsspringstoffen kunnen wijzigen. Gedurende het verouderingsproces van de springstof agglomereren deze zouten

met het gevolg dat zij enerzijds hun inhibitoreigenschappen ten opzichte van het mijn gas verliezen en dat, anderzijds, de geschiktheid tot het voortplanten van de ontploffingsgolf vermindert. Men vindt hierbij de eerste uitslagen van een studie ondernomen over de hygroscopiciteit der verschillende zouten aangewend in de fabricatie der springstoffen.

XI. Mijngasmeting.

Wij hebben een toestel onderzocht voor het nemen van luchtmonsters in de ondergrondse werken, bestaande uit een pomp, gelijkend op een fietspomp, en kleine cilindres in dewelke de luchtmonsters samengeperst worden.

XII. Diverse opzoekingen.

Antistatisch materieel.

Twee typen van persluchtlangen en drie typen van trapezoidale transmissie-riemen die een voldoende geleidbaarheid hebben voor het afvoeren van de statische elektriciteit, werden erkend.

XIII. Erkenning van elektrische toestellen en andere.

Een gedetailleerde lijst wordt in bijvoegsel gegeven.

RESUME

I. Explosifs.

1) Epreuves au grisou en galerie métallique.

Ces épreuves ont été mises au point en ce qui concerne l'équipement de la galerie, avec pour objectif de serrer de plus près les conditions de tir existant dans les ateliers de minage.

2) Contrôle du comportement au grisou.

Examen de 120 échantillons prélevés dans les fournitures aux consommateurs.

À l'occasion de ces contrôles, il a été procédé à une mise au point du mode opératoire de rigueur pour les tirs en galerie métallique.

3) Aptitude à la transmission de la détonation.

Examen critique de l'essai normalisé d'aptitude à l'air libre, appliqué aux formules à ions échangés.

Evolution vers une méthode d'essai en confinement.

4) L'épreuve française au grisou appliquée aux explosifs belges.

Réalisation de l'épreuve prouvant que nos formules se comportent de façon satisfaisante à l'essai du coup débouillant avec bourrage léger.

5) Essai de brisance au bloc de plomb.

Utilité de la méthode de Hess pour l'examen des formules de sûreté à ions échangés. Possibilité de contrôle simple de la qualité des fabrications.

6) Vitesse de détonation.

Evolution du procédé de mesure appliqué, dès 1959, aux formules à réaction retardée.

7) Transmission de la détonation à travers un tampon hydraulique.

Seul un tampon de cette nature assure une probabilité totale de la transmission, même lorsque l'intercalation atteint 1,50 m de longueur.

8) Etude de bourres à base de calcaire.

Des échantillons soumis par un charbonnage se sont révélés insuffisants pour la tenue au grisou, dans l'hypothèse où la manœuvre du bourroir n'en assurait pas l'écrasement au sein du fourneau de mine.

9) Explosibilité du Belnitral 26 % N.

A la suite d'essais d'aptitude à la détonation et de comportement au feu, cet engrais composé s'est révélé suffisamment insensible.

10) Composition des gaz dégagés lors du tir des mines.

Nous avons fait des prélèvements de gaz de tir dans un bouveau en creusement d'un charbonnage et dans une installation de laboratoire à l'I.N.M.

Les résultats obtenus permettent les conclusions suivantes :

- L'emballage en papier, parfois paraffiné, des explosifs est une source de gaz CO et CO₂ ;
- Les quantités de gaz dégagés augmentent avec la charge ;
- La dilution des fumées se fait d'autant plus vite que la vitesse de l'air est grande ;
- Le bouchon de fumée, en s'éloignant du front, se dilue et s'allonge ;
- Les quantités de gaz dégagés lors d'un tir dépendent de la composition de l'explosif employé ;
- De nombreux facteurs, comme le travail fourni, l'humidité, etc., ont une influence prépondérante sur les réactions chimiques qui se font immédiatement après l'explosion et donc sur la quantité de travail qu'un explosif peut fournir et sur la formation des gaz dégagés.

Nous comptons poursuivre cette étude.

II. Détonateurs.

1) Détonateurs pour les mines.

De nouvelles conditions d'agrément, visant notamment la sécurité vis-à-vis du grisou, ont été proposées. Elles ont fait l'objet de la circulaire n° 127 du 28-10-1960 du Directeur Général des Mines.

2) Détonateurs électriques spéciaux.

A la demande du service des explosifs, des essais ont été effectués dans le but de déterminer si l'opération industrielle de contrôle de la résistance électrique de ces détonateurs spéciaux ne présentait aucun danger.

III. Détection du grisou.

La perle de sel de von Rosen, adaptée à la mèche d'une lampe à benzine, facilite grandement la détection du grisou, comme le montrent des essais comparatifs effectués sur différentes lampes.

IV. Matériel de minage.

Cinq explodeurs et deux ohmmètres ont été agréés.

Les conditions d'agrément des lignes de tir ont été proposées et ont fait l'objet de la circulaire n° 121 du 23-5-60 du Directeur Général des Mines.

Huit lignes de marques et types différents ont été agréées suivant ces prescriptions.

V. Propagande pour la sécurité du minage.

L'I.N.M. a coopéré à l'éducation des boute-feux et publié, à leur intention spéciale, la brochure « L'I.N.M. et le boute-feu ».

En 1960, l'I.N.M. a reçu la visite de 2.364 personnes, dont environ 2.000 boute-feux.

VI. Locomotives électriques à accumulateurs pour les mines.

L'étude d'une batterie d'accumulateurs au plomb a été terminée et cette batterie a été agréée.

VII. Appareils électriques.

1) Appareils antigrisouteux.

Parmi les appareils antigrisouteux agréés, dont la liste est donnée en annexe, se trouve un accouplement à courants de Foucault. La description de cette machine est reprise dans ce rapport en raison de l'originalité de la réalisation.

2) Appareils et circuits de sécurité intrinsèque.

Un détecteur de bruit destiné à l'écoute des sons transmis à travers les terrains et un contrôleur de l'isolement d'un réseau par rapport à la terre ont été agréés.

VIII. Prévention des incendies.

1) Courroies transporteuses.

21 courroies neuves ont été essayées et 6 ont été agréées.

Afin de modifier éventuellement les prescriptions de fabrication des courroies, nous avons basé nos expériences sur les principes suivants :

1^o) La courroie ne peut être un agent de propagation d'un incendie existant.

2^o) La courroie ne peut être la cause d'un incendie :

a) le patinage de la courroie peut échauffer le tambour-entraîneur jusqu'à 500° C et plus. A partir de 200° C, le tambour-entraîneur peut enflammer ou rendre incandescente la poussière de certains charbons.

b) une courroie sur un tambour de 300° C ou plus peut s'enflammer ou devenir incandescente. Pour assurer le maximum de sécurité, il faut que la courroie réussisse une épreuve d'inflammabilité et une épreuve de friction sur tambour. D'autre part, le tambour-entraîneur devrait être équipé d'un dispositif d'arrêt ou d'aspersion en cas d'échauffement anormal.

Comme essai d'inflammabilité, nous comptons proposer l'essai dit « hollandais », légèrement modifié.

Comme essai de friction, nous continuons l'essai décrit dans la circulaire ministérielle n° 111 du 8 juillet 1958. Nous comptons également en proposer la modification pour les courroies des transporteurs pourvus du dispositif d'arrêt ou d'aspersion.

Nous avons fait également des essais comparatifs selon l'ancienne et la nouvelle méthode I.N.M. et la méthode préconisée par l'International Standard Organisation.

2) Huiles ininflammables.

Comme membre de la sous-commission de la C.E.C.A. « Lubrifiants incombustibles », nous avons expérimenté plusieurs tests auxquels devront satisfaire les fluides ininflammables employés dans les appareils à commande hydraulique et dans les coupleurs hydrauliques.

Ces tests sont :

a) Le test au jet pulvérisé à 70 kg/cm² de pression ; jusqu'à maintenant, aucune valeur-limite n'a été fixée par la commission.

b) Le test dit « au cure-pipe ». Ce test n'a pas été retenu par la Commission des « Lubrifiants ».

c) Le test d'inflammabilité d'un mélange charbon-huile. Ce test consiste à chauffer au bec Bunsen une réglette de 370 mm de longueur et 30 mm de largeur sur laquelle est étendue une couche de mélange de 2 mm d'épaisseur. On mesure la propagation de la zone enflammée ; la commission n'a toutefois pas encore fixé des valeurs-limites pour les résultats obtenus.

d) Le test de la résistance des joints vis-à-vis des fluides ininflammables. Il résulte de nos essais que les matériaux pour joints devront être spécialement conçus pour résister aux huiles ininflammables.

Nous avons examiné deux graisses pour câbles d'extraction. Il ressort de ces essais que la propagation de la flamme est beaucoup plus lente que dans le cas des graisses utilisées antérieurement.

IX. Lutte contre les incendies.

Extincteurs.

A un extincteur près, tous les extincteurs à poudre universelle examinés ont été agréés.

Pour le moment, ce sont les seuls extincteurs capables d'éteindre, dans les conditions prescrites, les trois types de feu.

X. Travaux des laboratoires de chimie.

1) Influence de l'hygroscopicité des sels utilisés dans la fabrication des explosifs de sécurité.

Le rapport montre comment les caractéristiques des explosifs de sécurité peuvent être modifiées par l'emploi de sels hygroscopiques. Ces sels, au cours du vieillissement de l'explosif, s'agglomèrent et, de ce fait, d'une part, perdent leur qualité d'inhibiteur à l'inflammation du grisou et d'autre part, causent une diminution de l'aptitude à la transmission.

On trouvera les premiers résultats d'une étude entreprise sur le degré d'hygroscopicité des différents sels utilisés dans la fabrication des explosifs.

XI. Grisoumétrie.

Nous avons examiné un appareil pour prélever des échantillons d'air dans les travaux souterrains, consistant en une pompe, genre pompe de bicyclette, et en petits cylindres dans lesquels les échantillons d'air sont comprimés.

XII. Recherches diverses.

Matériel antistatique.

Deux types de tuyaux flexibles pour air comprimé et trois types de courroies trapézoïdales ont été reconnus comme suffisamment conducteurs pour évacuer les charges d'électricité statique.

XIII. Agréation d'appareils électriques et autres.

Une liste détaillée est donnée en annexe.

SOMMAIRE

	Pages
I. Explosifs.	
1) Epreuves au grisou en galerie métallique	760
2) Contrôle du comportement au grisou des explosifs de sûreté	761
3) Aptitude à la transmission de la détonation	762
4) Application aux explosifs belges de l'épreuve française sur le comportement au grisou	763
5) Essai de brisance au bloc de plomb	764
6) Vitesse de détonation des explosifs à ions échangés	766
7) Transmission de la détonation à travers un tampon hydraulique	767
8) Etude du bourrage à base de calcaire	768
9) Explosibilité du Belnitral 26 % N	768
10) Composition des gaz dégagés lors du tir des mines	769
II. Détonateurs.	
1) Détonateurs pour les mines (conditions d'agréation)	779
2) Détonateurs électriques spéciaux	781
III. Détection du grisou — Perle de von Rosen	781
IV. Matériel de minage.	
1) Exploseurs	783
2) Ohmmètres	784
3) Lignes de tir	785
V. Propagande pour la sécurité du minage.	787
VI. Locomotives à accumulateurs pour les mines. (Batterie Tudor)	787
VII. Appareils électriques.	
a) Antigrisouteux	790
Accouplements à courants de Foucault Elcotron n° EN. 73/3	790
b) Appareils et circuits électriques de sécurité intrinsèque	791
1) Détecteur de bruit D A C 6 Balteau	791
2) Contrôleur d'isolement d.E.W. 4 Funke et Huster	792
VIII. Prévention des incendies.	
1) Courroies transporteuses	793
2) Huiles ininflammables	798
3) Graisses pour câbles d'extraction	802
IX. Lutte contre les incendies.	
Extincteurs	803
X. Travaux des laboratoires de chimie.	
1) Influence de l'hygroscopicité des sels utilisés dans la fabrication des explosifs de sûreté	804
2) Analyses et examens divers	806

XI. <i>Grisoumétrie</i>	806
XII. <i>Recherches diverses</i> .	
<i>Matériel antistatique</i>	808
1) Tuyaux flexibles pour air comprimé	808
2) Courroies trapézoïdales	809
XIII. <i>Agrégation d'appareils électriques et autres</i>	809

I. — EXPLOSIFS

1. EPREUVES AU GRISOU EN GALERIE METALLIQUE

Afin d'être agréés pour l'emploi dans certains chantiers des travaux souterrains des mines, les explosifs sont soumis notamment, depuis plusieurs années, à l'épreuve du tir d'angle.

Il s'agit du tir au mortier à rainure latérale, ouverte à 90° face à une paroi de choc disposée en vue d'une incidence à 90°.

La figure 1 illustre les concepts de distance (d) à la paroi de choc et d'angle d'incidence (i).

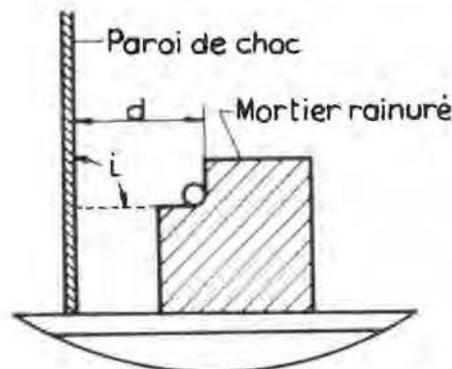


Fig. 1.

On sait que cette épreuve, très sévère vis-à-vis du risque d'inflammation du grisou, reproduit en galerie métallique le cas d'une mine découverte latéralement par l'effet d'une autre mine ayant sauté antérieurement ; une telle possibilité est ouverte à l'occasion de la mise à feu d'une volée de mines amorcées par détonateurs à retard : à la suite d'une surcharge locale dans le schéma de tir, ou par l'effet de particularités insoupçonnées du massif rocheux (clivages, failles, etc.), une mine d'un temps déterminé abat un cube de roche supérieur à son effet normalement escompté, et découvre latéralement la charge d'une mine d'un temps plus long (dénudation).

On conçoit qu'un tel processus peut créer des conditions telles qu'une file de cartouches explose dans l'angle d'un dièdre largement ouvert vis-à-vis d'une surface plane et résistante. Ces conditions peu-

vent seules expliquer des accidents de tir survenus dans les chantiers des mines de houille dès avant 1940, notamment à la suite de l'introduction de la technique du tir à temps en charbonnage.

L'étude expérimentale entreprise depuis lors a démontré que les conditions les plus sévères du « tir d'angle » — ainsi que l'on a appelé les conditions créées par la dénudation et reproduites artificiellement au mortier à rainure latérale — sont réunies par une incidence à 90° et une distance à la paroi de choc variable avec le genre auquel appartient l'explosif à essayer, mais comprise entre les limites 20-30 cm.

Les recherches effectuées en Belgique sur les explosifs dont la sécurité au grisou est basée sur le mécanisme de la réaction retardée et non sur l'emploi d'une gaine inerte, donnaient souvent des résultats assez différents de ceux obtenus à la station de Derne (Allemagne) où le même essai du tir d'angle avait été retenu et était appliqué pour l'étude des compositions de l'espèce.

Au cours de l'année 1960, les Allemands ont allongé leur galerie, tandis que nous transformions la chambre d'explosion de la nôtre, de façon telle qu'actuellement les deux galeries d'essai sont pratiquement identiques.

Les modifications que nous avons apportées sont les suivantes.

Intérieurement.

L'assise du mortier d'acier à rainure latérale a été revue dans sa conception, de manière à permettre un nettoyage plus rapide et plus complet de la chambre d'explosion après chaque tir ; le berceau plein d'une seule pièce qui supportait le mortier a été remplacé par quatre poutrelles doubles disposées transversalement et ménageant un libre accès en tout point de la sole.

Le dispositif de fixation de la paroi de choc a été également réalisé en fonction du même objectif de propreté des lieux (fig. 2).

Extérieurement.

La chambre d'explosion a été entourée de dix résistances électriques, uniformément réparties sur sa

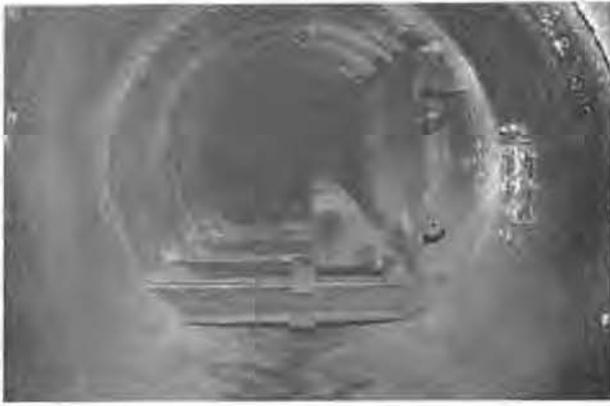


Fig. 2.



Fig. 3.

longueur, et calorifugée au moyen d'une couche de 5 cm de laine de verre sous enveloppe en aluminium (fig. 3).

Chaque résistance permet de disposer d'une puissance de chauffe de 1 kW et est munie d'une commande individuelle de façon à pouvoir, par le nombre de résistances en service, maintenir la température voulue dans la chambre quelles que soient les conditions atmosphériques. Cette température est



Fig. 4. — Vue générale de la galerie métallique expérimentale.

choisie de manière à assurer une parfaite siccité des parois métalliques intérieures de la galerie.

Outre l'installation du chauffage, on a placé un ventilateur qui, après chaque tir, permet d'évacuer rapidement les gaz et les poussières les plus fines résultant de la décomposition des explosifs de sûreté (fig. 4).

* * *

Les résultats obtenus ont, d'ores et déjà, confirmé l'utilité des transformations réalisées.

2. CONTROLE DU COMPORTEMENT AU GRISOU DES EXPLOSIFS DE SURETE

Nous avons continué notre mission de contrôle des explosifs de sûreté pour mines de houille ; notre attention s'est particulièrement portée sur les compositions à ions échangés dont les consommateurs belges ont fait un large usage en 1960.

A cet effet, nous avons reçu 120 échantillons de 10 à 25 kg de ces explosifs, prélevés soit dans les charbonnages de chacun de nos bassins houillers par les ingénieurs du Corps des Mines, soit par nos soins dans les magasins de vente aux consommateurs.

Antérieurement aux travaux effectués à la galerie métallique que nous décrivons au premier chapitre du présent rapport, nous avons fait plus de 700 tirs au mortier à rainure latérale (tir d'angle) en présence de grisou.

A la suite de ces travaux, la circulaire n° 123 de la Direction Générale des Mines a apporté un correctif à l'article 6 de l'arrêté ministériel du 31 octobre 1958 relatif aux types, aux conditions d'agrément et aux charges limites par fourneau des explosifs dans les travaux souterrains des mines. Il a été disposé que, jusqu'à nouvel ordre, pour l'emploi dans les travaux souterrains des mines :

- a) la charge limite par fourneau pour les explosifs du type IV sera de 1.300 g au lieu de 2.200 g ;
- b) la charge limite par fourneau pour les explosifs du type III sera de 1.000 g au lieu de 1.200 g.

* * *

Nous avons, d'autre part, entrepris des recherches sur tous nos explosifs de sûreté soumis aux conditions du tir d'angle dans une chambre de tir bien sèche.

Le bénéfice attendu de ces recherches porte sur une amélioration de la reproductibilité des essais ; dès à présent, nous pouvons confirmer l'importance fondamentale du chauffage de la chambre de tir à 20° C au moins, notamment lorsqu'il s'agit d'examiner le comportement au grisou des explosifs à réaction retardée.

Signalons que la température voulue doit régner dans la chambre d'explosion pendant un temps suffisamment long avant les tirs pour que toute trace

d'humidité condensée soit éliminée des parois métalliques.

Des observations datant de fin 1960 nous font penser que, de surcroît, il convient d'accorder son importance à un facteur résultant des conditions atmosphériques au moment du tir, facteur qui peut jouer un rôle déterminant en certaines circonstances extrêmes.

Notre objectif actuel est de parfaire l'analyse des influences s'exerçant sur l'épreuve en galerie métallique, de façon à déterminer le meilleur mode opératoire pour contrôler le comportement au grisou des explosifs de sûreté.

3. APTITUDE A LA TRANSMISSION DE LA DETONATION

Les explosifs de sûreté agréés pour l'emploi dans les travaux souterrains des mines sont tous rangés parmi les explosifs difficilement inflammables.

A ce titre, ils doivent présenter une aptitude à la transmission de la détonation d'au moins 3 cm, déterminée par l'essai normalisé NBN 216.12 de l'Institut Belge de Normalisation.

Selon cette norme, on mesure la distance la plus grande à laquelle se produit la transmission de la détonation à travers l'air, dans des conditions déterminées suivant le mode opératoire ci-après : pour un explosif donné, on examine l'influence de deux cartouches initiatrices sur une cartouche réceptrice aussi éloignée que possible de la zone d'initiation, étant entendu que les trois cartouches, fixées à une baguette de fer doux suspendue dans l'air, sont dans un même alignement, suivant leur axe longitudinal. Au moyen de fils métalliques minces qui la supportent à 1 cm de ses extrémités, la baguette de 4 mm de diamètre et d'au moins 500 mm de longueur est suspendue à 50 cm au moins des parois de l'enclos d'essai ; les trois cartouches y sont attachées au moyen de fils métalliques minces.

On détermine l'écartement maximum (D) pour lequel, pendant six tirs consécutifs, les deux cartouches initiatrices i_1 et i_2 provoquent chaque fois l'explosion complète de la cartouche réceptrice r (fig. 5).

Le mode opératoire tel que décrit ci-dessus indique déjà l'esprit dans lequel la norme NBN 216.12

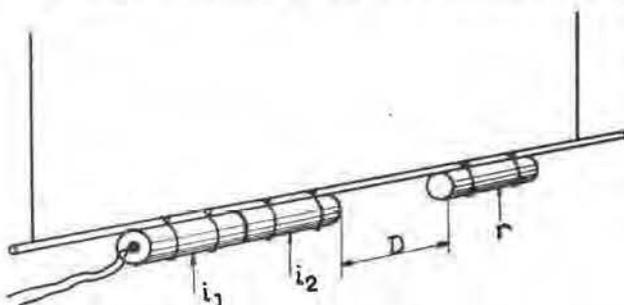


Fig. 5. — Cartouches i_1 et i_2 = charge initiatrice. Cartouche r = charge réceptrice.

a été élaborée : les experts belges ayant collaboré à sa conception s'attendaient à constater des transmissions régulières à partir et en deçà d'un écartement maximum donné pour chaque explosif industriel ; au-delà de ce maximum, la transmission devenait aléatoire dans un court domaine de transition, puis n'était plus jamais assurée lorsqu'on dépassait une certaine valeur de l'écartement.

L'attente des experts n'a jamais été déçue aussi longtemps qu'on expérimentait sur des explosifs de sûreté comportant un noyau actif au nitrate ammonique, voire sur des cartouches de bicarbonate. Remarquons dès à présent que, pour ces deux derniers genres d'explosifs, la capacité de transmission utile ou mineure, c'est-à-dire en fourneau de mine, est censée meilleure qu'à l'air libre ; le confinement introduit un facteur favorable à la transmission d'où résulte, pour l'essai normalisé NBN 216.12, une rigueur certaine justifiant la performance minimum de 3 cm requise à l'air libre.

Tout autre s'est révélée la situation en ce qui concerne les cartouches d'explosifs à ions échangés.

Rangées parmi les explosifs difficilement inflammables, ces cartouches ont dû répondre à l'exigence minimum imposée par la norme.

L'expérimentation a révélé une grande instabilité des résultats dans l'espace et dans le temps. Dans l'espace d'abord, parce que des cartouches de composition identique mais provenant de mélanges distincts ont présenté des caractéristiques de transmission différentes ; dans le temps ensuite, parce qu'un même lot d'échantillons a pu donner des résultats très différents suivant la date des essais.

Les valeurs trouvées pour l'écartement maximum sont très dispersées ; elles peuvent atteindre des maxima de l'ordre de plusieurs décimètres, comme elles peuvent descendre à des minima inférieurs à 3 cm, voire même s'annuler au point que la cartouche munie du détonateur n'entraîne plus la détonation de la seconde cartouche initiatrice, jointive cependant de la cartouche-amorce.

Ce sont là des phénomènes extrêmes, apparus dès les premiers temps et qui, par la suite, ont été progressivement éliminés pour en arriver à une plus grande stabilité de l'écartement maximum trouvé à l'air libre. Mais les observations brièvement relatées ci-dessus ont suscité la question de savoir si, comme par le passé, la performance minimum de 3 cm à réaliser sans confinement était encore, dans le cas des explosifs à ions échangés, significative pour le comportement en trou de mine.

C'est pourquoi, des essais ont été entrepris en vue de déterminer la transmission de la détonation sous confinement en disposant les charges dans l'âme cylindrique d'un mortier ou dans un tube, soit d'acier, soit de matière plastique, ou encore dans un tuyau à parois épaisses constituées d'un mélange charbon-ciment.

Nous pouvons déjà affirmer que, par rapport à l'air libre, le tir en confinement fournit des distances de transmission beaucoup plus stables, moins dispersées et de l'ordre de quelques centimètres. Les valeurs obtenues se rapprochent donc de la performance utile en trou de mine laquelle, en définitive, intéresse seule le mineur.

En conclusion des essais, nous pensons pouvoir adopter, dans le courant de l'année 1961, une épreuve sur la transmission de la détonation qui sera réalisée en confinement et qui, pour les explosifs de sûreté à ions échangés, remplacera l'essai NBN 216.12 à l'air libre.

4. APPLICATION AUX EXPLOSIFS BELGES DE L'ÉPREUVE FRANÇAISE SUR LE COMPORTEMENT AU GRISOU

C'est en 1956 qu'a été mis en évidence, à la station de Montluçon, le fait expérimental suivant : un explosif qui n'enflamme pas le grisou lorsqu'il est tiré sans bourrage au mortier d'acier à fourneau cylindrique, allume avec une fréquence élevée lorsque, toutes autres conditions égales, l'orifice du mortier est obturé par une plaquette métallique de faible épaisseur.

Ce fait a fourni la base de l'épreuve française de comportement au grisou, pour laquelle on procède comme suit.

Une cartouche d'explosif de 180 mm de longueur et 30 mm de diamètre est introduite dans un mortier d'acier ayant un fourneau cylindrique de 38 mm de diamètre et 220 mm de longueur, jusqu'à 20 mm du fond du fourneau. La cartouche est cerclée de deux anneaux de fil de fer pourvus chacun de trois pattes, qui la maintiennent dans l'axe de l'âme. L'amorçage est postérieur ; les fils du détonateur sortent du mortier par un trou spécial obturable par vis. Une plaquette métallique mince, dont le

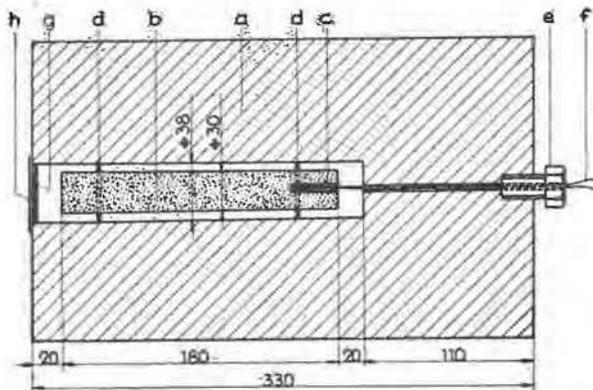


Fig. 6.

- | | |
|---|--------------------------------|
| a = mortier d'acier | e = vis avec trou central |
| b = cartouche d'explosif | f = fils du détonateur |
| c = détonateur | g = plaquette métallique mince |
| d = anneaux de centrage de la cartouche | h = feuille de papier collant. |

diamètre est inférieur de quelques dixièmes de millimètre à celui du fourneau, est placée à l'orifice de telle manière que sa face extérieure se situe dans le plan avant du mortier, et est maintenue par une feuille de papier collée. La plaquette n'est en contact avec l'âme du mortier que sur une faible partie de sa périphérie : elle n'oppose donc à la détente des gaz qu'une résistance d'inertie pratiquement sans frottement (fig. 6).

Une variante du procédé consiste à utiliser une cartouche de 300 mm de longueur dans un mortier à fourneau profond de 340 mm. L'épreuve la plus sévère est réalisée avec une plaquette de faible épaisseur, soit 1 mm.

Ainsi que divers expérimentateurs l'ont reconnu, ce tir spécial met en jeu des phénomènes très particuliers, dont l'éventualité pratique ne sera pas examinée ici. C'est en quelque sorte une aggravation, peut-être assez artificielle, de la sévérité du mode d'essai classique au mortier cylindrique sans bourrage, reproduisant le coup débouillant (mine qui fait canon).

Quoi qu'il en soit, il était intéressant d'examiner nos explosifs de sûreté à la lumière de l'épreuve française.

Nous avons adapté le mode opératoire décrit ci-dessus à un mortier disponible, comportant un fourneau de 32 mm de diamètre et 600 mm de profondeur, en prenant soin de ménager, comme prescrit, des vides postérieur et antérieur de 20 mm chacun

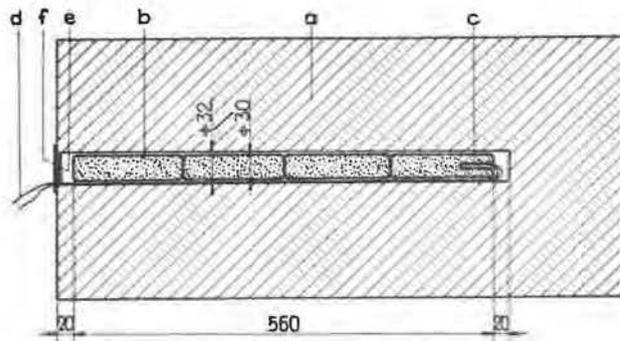


Fig. 7.

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| a = mortier d'acier | e = plaquette métallique mince |
| b = charge explosive (4 cartouches) | f = feuille de papier collant. |
| c = détonateur | |
| d = fils du détonateur | |

(fig. 7). Dans ces conditions, les charges étaient de :

- a) 400 g pour les explosifs de sûreté au nitrate ammonique (noyau non gainé) ;
- b) 450 g pour les explosifs de sûreté à ions échangés.

La série d'essais comporte des tirs avec plaquettes et d'autres avec orifice libre.

Remarque : Pour les cartouches d'explosif de sûreté pourvues de leur gaine, nous avons utilisé un

mortier avec fourneau de 40 mm de diamètre et 500 mm de longueur, avec des charges de 250 g, disposées comme dit ci-dessus.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

**Explosifs de sûreté au nitrate ammonique,
noyaux non gainés.**

(Flammivore - Nitrocooppalite V)

- 1) Mortier d'acier cylindrique 32 × 600 mm -
Charge 400 g.

Amorçage postérieur.

- a) Orifice libre : 20 tirs — 5 inflammations
b) Avec plaquette métallique
à l'orifice : 5 tirs — 5 inflammations
c) Avec plaquette de schiste
à l'orifice : 5 tirs — 5 inflammations
d) Avec feuille de papier à
l'orifice : 5 tirs — 2 inflammations.

- 2) Mortier d'acier cylindrique 32 × 600 mm -
Charge 400 g.

Amorçage antérieur.

- a) Avec plaquette métallique
à l'orifice : 5 tirs — 0 inflammation
b) Avec plaquette de schiste
à l'orifice : 5 tirs — 0 inflammation
c) Orifice libre : 15 tirs — 0 inflammation.

**Explosifs de sûreté au nitrate ammonique,
cartouches gainées.**

(Flammivore - Nitrocooppalite V)

- 3) Mortier d'acier cylindrique 40 × 500 mm -
Charge 250 g.

Amorçage postérieur

- a) Avec plaquette métallique
à l'orifice : 5 tirs — 0 inflammation.

Explosifs à ions échangés.

(Charbrite 41 - Nitrocooppalite VIII)

- 4) Mortier d'acier cylindrique 32 × 600 mm -
Charge 450 g.

Amorçage postérieur.

- a) Avec plaquette métallique
à l'orifice : 13 tirs — 0 inflammation.

Conclusions.

Nos explosifs de sûreté satisfont pleinement à l'épreuve française.

Les résultats sont aussi favorables pour les explosifs classiques au nitrate ammonique pourvus d'une gaine inerte (cartouches Lemaire) que pour les nouvelles compositions à ions échangés. Les tirs effec-

tués au moyen de noyaux de cartouches Lemaire dépourvues de leur gaine, illustrent particulièrement le risque supplémentaire vis-à-vis du grisou qu'engendre l'amorçage postérieur.

**5. ESSAI DE BRISANCE
AU BLOC DE PLOMB**

L'évaluation de la brisance d'un explosif peut se faire au moyen d'un essai au bloc de plomb dit « Méthode de Hess » et d'usage assez répandu chez les fabricants allemands.

Dans le cas des explosifs de sûreté à réaction retardée, cet essai fournit une indication de valeur relative quant à la sécurité vis-à-vis du grisou, dans la mesure où le degré de sélectivité de la détonation peut être évalué.

Il est admis que l'écrasement du bloc de plomb cylindrique de 65 mm de hauteur et 40 mm de diamètre ne peut pas dépasser 5 mm.

Le mode opératoire consiste à placer ledit bloc debout sur un socle rigide, et à le surmonter d'abord d'une rondelle en acier de 4 mm d'épaisseur, ensuite d'un échantillon de 100 g d'explosif conforme au diamètre de 40 mm, le tout étant enserré dans une enveloppe de papier. L'explosif est amorcé par le haut au moyen d'un détonateur n° 8 engagé verticalement dans la charge (fig. 8, bloc 1).



Fig. 8.

La mise à feu engendre une onde explosive orientée du haut vers le bas, laquelle écrase le bloc de plomb (fig. 8, bloc 2).

Avec une vis micrométrique, on détermine la hauteur restante après essai, et la différence du résultat par rapport à 65 mm représente l'écrasement mesuré à 0,1 mm près.

Pour les formules de sûreté à ions échangés, un écrasement inférieur à 5 mm peut présager une bonne tenue au grisou ; c'est en quelque sorte une condition nécessaire mais non suffisante de sécurité.

A titre indicatif, nous avons soumis à cet essai quelques échantillons de divers explosifs belges et nous avons enregistré les résultats indiqués au tableau 1.

TABLEAU 1

Nature de l'échantillon	Hauteur restante du bloc (mm)	Ecrasement (mm)
1. Explosifs de sûreté à ions échangés		
— Charbrite 41	59,6	5,4
— Nitrocooppalite VIII	59,7	5,3
2. Noyau d'explosifs de sûreté au nitrate ammonique		
— Flammivore	53,9	11,1
— Nitrocooppalite V	53,2	11,8
— Alkalite	48,7	16,3
— Sabulite BV	47,0	18,0
3. Explosif non de sûreté difficilement inflammable		
— Ruptol	52,6	12,4
4. Explosifs non de sûreté classés dynamites		
— Dynamite 3	44,9	20,1
— Hydrobel I.C.I.	37,6	27,4

La comparaison des blocs 2 et 3 retient plus particulièrement l'attention ; elle met en évidence la différence de comportement à l'air libre entre deux explosifs de sûreté, l'un provenant d'une cartouche emplie d'une formule à réaction retardée, l'autre issu d'une composition classique au nitrate ammonique formant le noyau d'une cartouche gainée (cartouche Lemaire).

On voit que le bloc 2 n'a été déformé que par la fraction de l'énergie libérée par la décomposition des 10 % d'huile explosive, constituant support d'onde au sein de la formule en cause ; cette libération se fait à une vitesse qui dépend de la structure intime de l'explosif.

Il convient évidemment de limiter cette vitesse, donc la brisance, à un taux qui correspond à peu près à un écrasement de 5 mm au bloc de Hess.

Le bloc 3 a été écrasé davantage par la décomposition d'un échantillon à réaction complète, prélevé sur un noyau à brisance assez élevée ; ce noyau n'est d'ailleurs de sécurité que s'il forme l'élément actif d'une cartouche gainée.

Remarquons une caractéristique commune des échantillons ayant déformé les blocs 2 et 3 : leur vitesse de détonation ne dépasse pas 2.000 m/s.

Il n'en est plus ainsi pour les blocs 4, 5 et 6, écrasés par des explosifs à plus grandes vitesses de détonation et qui ne sont pas de sûreté (explosifs brisants ou explosifs roches).

C'est à titre purement indicatif que les blocs 4, 5 et 6 figurent sur la photo, car leur écrasement n'a

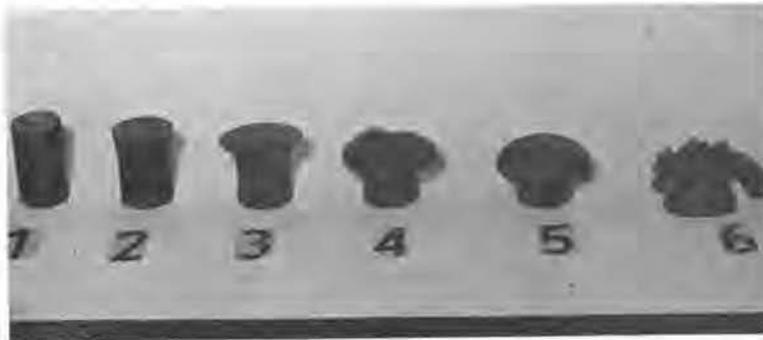


Fig. 9.

La figure 9 illustre le tableau 1.

Bloc 1 — à l'état neuf.

Bloc 2 — après essai d'un explosif de sûreté à ions échangés.

Bloc 3 — après essai d'un explosif de sûreté au nitrate ammonique.

Bloc 4 — après essai d'un explosif non de sûreté difficilement inflammable.

Bloc 5 — après essai de la Dynamite 3.

Bloc 6 — après essai de l'Hydrobel I.C.I.

évidemment plus aucun rapport avec une mesure quelconque.

On peut reprocher au mode opératoire décrit ci-dessus, le fait qu'il nécessite la confection manuelle d'une cartouche de 40 mm de diamètre à partir de la composition explosive retirée d'une cartouche industrielle. Nous nous sommes servis par la suite de cylindres en plomb de 65 mm de hauteur mais de 30 mm seulement de diamètre ; le mode opératoire est resté inchangé, sauf qu'il n'était plus néces-

saire de reconformer l'échantillon d'explosif : celui-ci a pu être mis en œuvre avec sa densité d'encartouchage originale (fig. 10, bloc 1).



Fig. 10.

Les écrasements enregistrés avec ce nouveau dispositif ont varié entre 2 et 4 mm (fig. 10, bloc 2).

Conclusion.

On peut faire à la méthode de Hess le reproche qu'elle ne se dégage pas d'un certain empirisme.

Elle ne constitue en tout cas pas au sens propre une mesure de la brisance. Cependant, d'exécution rapide et peu onéreuse, elle permet certaines comparaisons ou estimations, valables uniquement au sein d'un même laboratoire.

Dans le cas des explosifs dont le caractère de sécurité vis-à-vis du grisou est basé sur le mécanisme de la réaction retardée, la méthode de Hess permet de repérer le comportement plus ou moins sélectif de la détonation et d'augurer, en conséquence, de la possibilité d'un comportement favorable au tir d'angle.

Dans le même esprit, il est possible grâce à elle d'investiger dans le temps la constance de qualité d'une fabrication déterminée, dans les limites d'un premier repérage des imperfections éventuelles.

6. VITESSE DE DETONATION DES EXPLOSIFS A IONS ECHANGES

Dans le rapport sur les travaux de 1959 figure la description de la méthode photographique adoptée pour la mesure de la vitesse de détonation.

Jusqu'ici, on tassait à cet effet la composition explosive extraite des cartouches dans un tube de verre (fig. 11, chiffre 1).

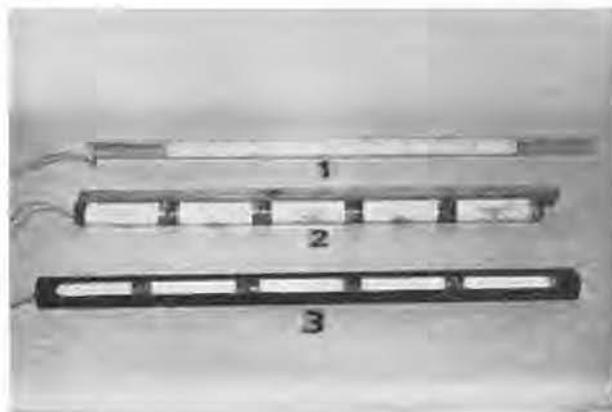


Fig. 11.

Un tel mode opératoire présente deux inconvénients majeurs : la disparition de la densité originale d'encartouchage et la suppression des intervalles entre cartouches qui existent dans une charge réelle.

Afin de pouvoir déterminer la vitesse de détonation des explosifs à ions échangés dans leur conditionnement industriel, les cartouches ont été disposées à la file le long d'une latte de bois, en prenant soin de découper sur chaque enveloppe en papier et dans un même alignement une fenêtre mettant la composition explosive à nu (fig. 11, chiffre 2).

C'est la seule modification apportée au mode opératoire ; elle est caractérisée par l'abandon du tube de verre.

On distingue cependant trois cas dans la juxtaposition des cartouches, soit que les fonds soient conservés dans leur état et leur forme d'origine, soit qu'ils aient été égalisés pas pression sur une surface plane, soit encore qu'ils aient été dégarnis du papier d'emballage et montrent l'explosif à nu.

TABLEAU 2

Série n°	Caractéristiques de la série	Vitesse de détonation (moyenne sur 4 tirs au moins)
1	Composition explosive tassée dans un tube en verre de 31 mm Ø intérieur	1.885 m/s
2	Cartouches industrielles sur latte en bois, fonds dans leur état d'origine	1.603 m/s
3	Cartouches industrielles sur latte en bois, fonds égalisés sur un plan	1.579 m/s
4	Cartouches industrielles sur latte en bois, fonds dégarnis de papier	1.574 m/s

Quatre séries d'essais comportant chacune au moins quatre tirs ont été effectués et ont donné les résultats consignés dans le tableau 2.

Pour serrer de plus près le cas pratique de cartouches industrielles sautant au confinement, nous avons également appliqué un mode opératoire ayant recours à un tuyau en acier ou en matière plastique.

Ce tuyau reçoit les cartouches industrielles, visibles suivant un regard longitudinal aménagé dans l'épaisseur de la paroi confinante (fig. 11, chiffre 3).

Nous avons alors obtenu les résultats mentionnés au tableau 3.

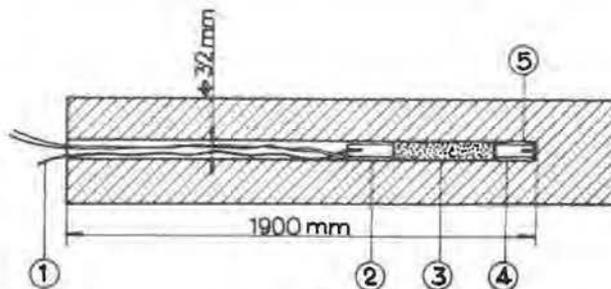


Fig. 12.

- 1 = cordeau détonant (témoin)
- 2 = cartouche réceptrice
- 3 = tampon intercalaire
- 4 = cartouche initiatrice
- 5 = détonateur.

TABLEAU 3

Série n°	Nature du confinement	Diamètre intérieur	Épaisseur de paroi	Vitesse de détonation (moyenne sur 4 tirs au moins)
1	Fourreau en matière plastique	32 mm	0,25 mm	1.538 m/s
2	Tuyau en matière plastique	54 mm	4 mm	1.510 m/s
3	Tuyau en acier	51,5 mm	9 mm	1.642 m/s
4	Tuyau en acier	55 mm	5 mm	1.517 m/s

A remarquer que les essais repris dans les tableaux 2 et 3 ci-dessus ont été effectués au moyen de divers échantillons de l'explosif « Charbrite 41 ».

7. TRANSMISSION DE LA DÉTONATION A TRAVERS UN TAMPON HYDRAULIQUE

Dans le rapport des travaux de 1959, nous avons consacré un chapitre à la « sécurité et salubrité des tirs de mines ».

Nous avons relaté alors les expériences réalisées en utilisant un tampon hydraulique intercalé entre une cartouche-amorce de sûreté et le reste d'une charge d'explosif. Nous pensons que ce procédé est susceptible d'accroître, dans les travaux souterrains des mines, la sécurité des tirs pour lesquels les explosifs du type I sont autorisés (par ex. dynamites). Pour nous permettre d'observer le comportement de divers tampons intercalaires au point de vue de la transmission de la détonation, nous avons continué cette étude au mortier d'acier à fourneau cylindrique, en utilisant cette fois, pour les charges, tant initiatrice que réceptrice, un explosif à ions échangés.

Le fourneau avait un diamètre de 52 mm et une longueur de 1,90 m.

Le schéma du tir était le suivant (fig. 12).

On a essayé quatre types de tampon intercalaire. Les résultats de ces tirs, sont repris au tableau 4.

TABLEAU 4

Ampoule à l'eau (soudée aux 2 extrémités) ϕ 30 à 32 mm L. 30 cm	Tube en carton (creux) fermé aux 2 extrémités par rondelles en carton ϕ 27 à 28 mm L. 30 cm	Cylindre en bois (creux) fermé aux 2 extrémités par minces rondelles en bois ϕ 29 à 31 mm L. 30 cm	Cylindre en bois (plein) ϕ 28 à 30 mm L. 30 cm
+	0	0	0
+	0	0	0
+	0	+	+
+	0	0	0
+	0	0	0
+	0	+	0
+	0	0	+
+	+	0	0
+	0	+	+
+	0	+	0
	ϕ 32 mm - L. 30 cm.		
	0		
	+		
	+		
	0		
	0		

- + Explosion de toute la charge.
- 0 Seule la cartouche initiatrice explose.

Ayant enregistré, dans tous les cas, l'explosion de toute la charge avec l'emploi de tampon hydraulique.

que, nous avons augmenté progressivement la longueur de l'intercalation d'eau.

Avec une longueur de 1,50 m, soit cinq ampoules de 30 cm juxtaposées, nous avons encore observé la détonation de toute la charge. La figure 13 représente une coupe diamétrale du mortier à fourneau cylindrique, utilisé avec la disposition proposée de la charge.

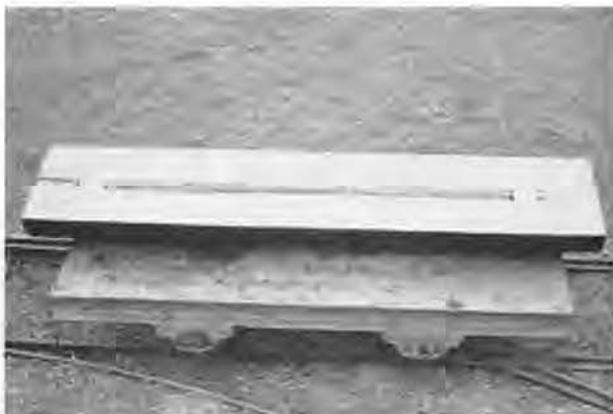


Fig. 13. — Transmission de la détonation à travers un tampon hydraulique.

8. ETUDE DU BOURRAGE A BASE DE CALCAIRE

Un charbonnage nous a soumis des bourrages à base de calcaire contenu dans des enveloppes en papier paraffiné ou en matière plastique.

La matière du bourrage se présente sous l'aspect d'une pâte ; celle-ci est faite au moyen de farine de calcaire, de gélatine en poudre, d'huile soluble et d'eau.

Les caractéristiques sont :

en papier : 25 cm de longueur, 28 mm de diamètre, poids 280 g ;

en matière plastique : 28 cm de longueur, 35 mm de diamètre, poids 550 g.

Ce charbonnage signale notamment que ces bourrages sont rapidement mis en place et permettent donc de gagner du temps.

Ces bourrages sont fabriqués à la surface. Ils sont descendus au fond dans des caisses métalliques dont une partie est remplie de sciure de bois humide. Cette humidité est indispensable pour conserver la plasticité voulue à la pâte ; en pratique, il convient d'utiliser ces bourrages dans les 8 jours.

Sécurité.

Nous avons étudié les deux types de bourrage dans des tirs en galerie métallique en présence de grisou.

La figure 14 représente le dispositif employé.

Dans un mortier d'acier cylindrique dont le fourneau a 38 mm de diamètre et 1,90 m de longueur, on place 5 cartouches de Dynamite III amorcées antérieurement puis un des bourrages précités.

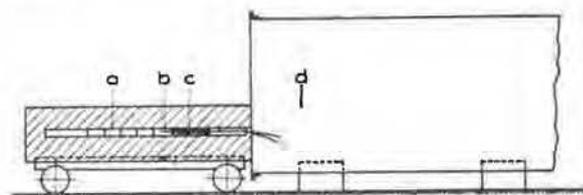


Fig. 14.

- a = 5 cartouches de dynamite
- b = détonateur
- c = sachet de pâte calcaire
- d = galerie métallique (9 % de CH₄)

Le mortier est placé à l'entrée de la chambre d'explosion de la galerie métallique contenant un mélange grisouteux.

Il faut remarquer que le bourrage était simplement poussé contre les cartouches et n'avait pas éclaté sous la pression du bourroir.

Nous avons adopté cette façon de faire parce qu'à notre connaissance, elle n'est pas exclue dans la pratique.

Au cours de nos essais, nous avons enregistré plusieurs fois l'inflammation du grisou avec les deux types de bourrage précités.

9. EXPLOSIBILITE DU BELNITRAL 26 % N.

A la demande de l'Administration des Mines, Service des Explosifs, certains essais ont été effectués dans le but de se rendre compte des dangers éventuels présentés par un engrais granulé constitué de nitrate ammoniac et de calcaire en mélange intime dans la proportion 75/25. Ce produit, dénommé commercialement Belnitral 26 % N, tombe sous l'application des prescriptions édictées par l'arrêté royal du 3 septembre 1958 portant réglementation du transport, de l'emménagement et de la vente du nitrate ammoniac et de ses mélanges, modifié par l'arrêté royal du 12 janvier 1960, aussi longtemps qu'un régime dérogatoire n'a pas été autorisé conformément aux dispositions de l'article 2 b.

Les essais organisés ont porté sur l'explosibilité du mélange, ainsi que son comportement au feu.

L'explosibilité a été appréciée par le tir de charges de 55 mm de diamètre, tassées en tuyaux d'acier et puissamment amorcées par une cartouche de dynamite ; on n'a jamais constaté que la décomposition explosive ait été entretenue au sein du Belnitral.

Le comportement au feu a été examiné au moyen d'un foyer ardent alimenté au mazout ; l'engrais ne brûle pas et peut même servir d'agent extincteur d'une combustion lente.

Conclusion.

Les propriétés explosives et comburantes propres au nitrate ammoniac sont suffisamment masquées dans la composition du produit examiné, issu d'une fabrication bien déterminée.

En conséquence, un arrêté ministériel du 16 juin 1960 a accordé la dérogation aux prescriptions en vigueur pour le nitrate ammonique et a instauré un régime plus souple applicable au Belnitral 26 % N.

10. COMPOSITION DES GAZ DEGAGES LORS DU TIR DES MINES

Nous avons poursuivi cette année l'étude entreprise, en 1959, sur le dégagement des gaz résultant des tirs de mines, notamment l'oxyde de carbone, l'anhydride carbonique et l'oxyde d'azote.

Des échantillons furent prélevés immédiatement après le tir, dans un bouveau en creusement au charbonnage et dans une installation de laboratoire à l'I.N.M.

I. Tirs au charbonnage.

Le bouveau en question, creusé en grès, est situé au niveau de 826 m et a une section utile de 9,50 m². Le forage avec injection d'eau y est appliqué. La ventilation du front du bouveau est assurée par une ligne de canars soufflants de 600 mm de diamètre et alimentée par un ventilateur électrique de 15 ch. On faisait deux tirs par poste pour un avancement moyen de 3 m environ.

1. Mode de prélèvement des échantillons.

Les échantillons, en vue de la détermination du CO et CO₂, furent prélevés au moyen de ballons en caoutchouc et d'une poire aspirante et soufflante.

Les échantillons pour la détermination du NO₂ furent prélevés au moyen de bouteilles préalablement préparées comme expliqué plus loin.

Lors des premières descentes, les prises d'échantillons furent faites à 50 m du front. Nous aurions voulu faire des prélèvements encore plus près du front mais, une minute après le tir, le bouchon de fumée s'étendait déjà jusqu'à plus de 30 m.

C'est la raison pour laquelle nous avons choisi cet endroit et, par la suite, c'est ce point que nous nous sommes imposé. Ce choix nous a d'ailleurs permis, pour le tracé des courbes de la variation des concentrations de CO, CO₂ et NO₂ en fonction du temps, d'obtenir toutes les valeurs aussi bien maximales que minimales de ces concentrations.

Au cours des descentes suivantes et afin d'étudier le comportement du bouchon de fumée, des échantillons furent prélevés non seulement à 50 m mais également à 75 m, à 100 m et à 125 m du front.

Tous les échantillons furent pris à 1,10 m sous la couronne et dans l'axe du bouveau.

Lors des prises simultanées à 50 et 100 m ou 75 et 125 m, il ne fut pas prélevé d'échantillons destinés à l'analyse du NO₂. Lorsqu'on opérait en un seul endroit, à 50 m du front, un premier prélèvement fut toujours fait une minute après chaque tir, les prélèvements suivants étant effectués sans inter-

ruption, le temps de remplissage d'un ballon étant de 40 secondes. Lorsqu'on opérait en deux endroits simultanément, par exemple à 50 m et à 100 m du front, le premier prélèvement à 50 m était toujours fait une minute après le tir, tandis qu'à 100 m du front, le premier prélèvement était effectué avec un retard égal au temps nécessaire au courant d'air pour parcourir la distance séparant les deux endroits. En outre, dans ce cas, les prélèvements successifs se faisaient à intervalles de 15 secondes.

2. Analyse des échantillons.

a) Détermination du CO et CO₂.

L'appareil « Wösthoff » (représenté à la figure 15), nous a permis les analyses des échantillons prélevés lors des tirs.

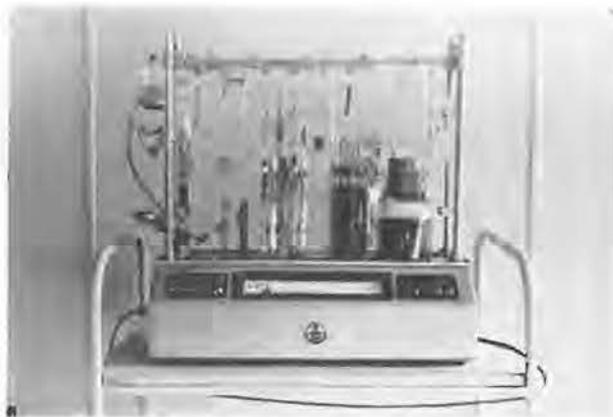


Fig. 15. — Appareil Wösthoff.

La méthode d'analyse est basée sur la transformation du CO en CO₂ par passage de la prise d'échantillon sur I₂O₅ dans un four maintenu à 120°. La différence de conductibilité de la soude avant et après absorption du CO₂ fournit, par un pont de mesure, la teneur en CO₂ et, par conséquent, la teneur en CO de la prise d'échantillon.

b) Détermination des oxydes d'azote.

On introduit dans une cellule cylindrique en verre de volume connu, fermée à une extrémité, 10 cc d'eau distillée, 1 cc d'H₂SO₄ — N et 2 gouttes d'H₂O₂ à 3 %.

A l'autre extrémité est soudé un tube en verre de 7/8 mm de diamètre sur lequel on adapte un tube en caoutchouc fermé par une pince.

On fait ensuite le vide dans la cellule au moyen d'une pompe à vide. Le vide obtenu, on ferme la pince.

Lors de la prise d'échantillon, on ouvre la pince et le gaz à analyser est aspiré à l'intérieur de la cellule. On ferme de nouveau la pince et on laisse pendant deux heures le gaz en contact avec la solution introduite préalablement.

TABLEAU 5

Essai n ^o	Explosif employé	Charge en kg	Nombre de fourneaux	Longueur d'un fourneau en m	Valeur maximum en CO trouvée en %	Par kg d'explosif			Distance de l'endroit de prélèvement au front (en m)	Temps en min après le tir	Vitesse de l'air dans le bouveau en m/s	Distance entre l'orifice du canon et le front en m
						CO dégaçé en litres	CO ₂ dégaçé en litres	NO ₂ dégaçé en litres				
1	Dynamite	20,8	33	1,90	0,09	22,58	189,87	—	50	1 min	0,30	12
2	»	22,5	34	1,90	0,098	34,41	199,2	6,00	50	1 min	0,30	19
3	»	21,0	33	1,90	0,064	16,60	166,8	5,54	50	1 min	0,30	18
4	»	26,5	35	1,90	0,049	13,16	189,5	2,65	50	1 min	0,30	18
5	Charbrite	16,5	23	2,40	0,0145	4,22	62,4	3,3	50	1 min	0,24	15
6	»	20,0	32	1,80	0,026	6,77	90,65	3,48	50	1 min	0,26	10
7	»	25,8	31	2,40	0,0485	8,02	61,9	2,47	50	1 min	0,26	11
8	Dynamite	17,9	34	1,80	0,04	8,83	172,0	3,56	50	1 min	0,24	12
9	»	22,5	31	1,80	0,0178	6,29	154,9	3,80	140	6 min	0,25	18
10	Charbrite	25,0	35	1,80	0,0279	5,17	63,32	2,98	50	1 min	0,23	15
11	Dynamite	22,5	33	1,80	0,049	10,20	197,4	3,49	50	1 min	0,25	13
12	Charbrite	25,7	32	1,80	0,036	6,47	—	—	50	1 min	—	(11
	»	25,7	32	1,80	0,0206	5,55	—	—	100	4 min	0,22	(11
13	Dynamite	32,5	33	2,40	0,062	10,20	185,9	4,14	50	1 min	0,18	14
14	»	27,5	35	2,00	0,043	6,74	157,7	2,77	50	1 min	0,17	15
15	»	27,5	38	30 de 2,20 8 de 1,80	0,0385	7,38	135,0	3,49	50	1 min	0,17	18
16	»	25	36	2,20	0,084	11,6	125,9	2,16	50	1 min	0,17	11
17	»	27,5	37	2,40	0,071	10,45	162,1	2,16	50	1 min	0,17	(11
	»	27,5	37	2,40	0,035	6,17	101,8	—	100	6 min	0,17	(11
18	»	25	32	1,80	0,060	10,60	124,2	2,5	50	1 min	0,15	16
19	Charbrite	25	33	1,80	0,0243	4,26	54,3	2,6	50	1 min	0,16	20
20	»	20	24	2,40	0,0188	4,52	63,2	—	50	1 min	0,17	21
	»	20	24	2,40	0,011	2,49	49,35	—	100	6 min	0,17	21
21	»	27,5	38	1,80	0,048	6,95	82,1	2,79	50	1 min	0,19	10
22	Dynamite	27,5	35	1,80	0,102	20,4	177,4	2,4	50	1 min	0,24	12
23	»	27,5	36	1,80	0,112	21,8	177,6	—	50	1 min	(0,23	11
	»	—	—	—	0,065	14,8	133,4	—	100	4 min 30 s	(0,23	11
24	»	25	30	1,80	0,084	14,7	141,9	2,74	50	1 min	0,24	12
25	»	13,5	23	2,40	0,0515	17,6	218,8	—	50	1 min	0,21	12
	»	—	—	—	0,0318	13,7	177,1	—	100	5 min	0,21	12
26	»	32,5	41	2,40	0,168	18,3	165,1	2,2	50	1 min	0,21	10
27	»	41,5	43	2,40	0,178	15,6	147,6	2,2	50	1 min	0,19	9
	»	»	»	»	0,080	8,6	90	»	100	5 min	0,19	»
28	»	22,5	43	1,60	0,096	12,8	120,6	2,8	50	1 min	0,19	12
29	»	22,5	37	1,80	0,084	15,8	157,9	2,8	50	1 min	0,20	12
	»	»	»	»	0,0505	10,9	122,6	2,8	100	5 min	0,20	12
30	»	24,0	37	1,80	0,081	15,4	139	2,56	50	1 min	0,20	18
31	»	22,5	37	1,80	0,051	11,6	101,8	2,56	50	1 min	0,20	20
	»	»	»	»	0,0278	6,5	65,2	2,56	100	5 min	0,20	20
32	»	22,5	33	1,80	0,059	11,8	112,6	3,05	50	1 min	0,18	20
33	»	27,5	40	1,80	0,045	9,6	111,7	»	50	1 min	0,19	18
	»	»	»	»	0,0343	6,5	80,7	»	100	5 min	0,19	18
34	»	30,0	41	1,80	0,079	12,1	115,9	»	75	3 min	0,18	12
	»	»	»	»	0,0445	6,0	66,4	»	125	7 min 30 s	0,18	12
35	»	32,5	46	1,80	0,096	13,8	135	3,05	50	1 min	0,18	10
	»	»	»	»	0,054	6,5	75,1	»	100	5 min	0,18	10
36	»	30	41	1,80	0,060	9	77,6	»	75	3 min	0,17	11
	»	»	»	»	0,047	5,9	57,9	»	125	7 min	0,17	11
37	»	31	41	1,80	0,135	16,6	137,3	»	50	1 min	0,17	11
	»	»	»	»	0,064	10,8	91,9	»	100	6 min	0,17	11
38	»	25	40	1,80	0,071	10,9	106,3	»	75	3 min	0,16	10
	»	»	»	»	0,041	7	73,3	»	125	8 min	0,16	10
39	»	22,5	40	1,80	0,070	12,7	134,8	»	50	1 min	0,16	10
	»	»	»	»	0,0365	6,1	84,1	»	100	6 min	0,16	10
40	»	22,5	37	1,80	0,059	12,0	105,2	»	75	3 min	0,15	12
	»	»	»	»	0,0365	8,2	78,6	»	125	8 min	0,15	12
41	»	27,5	38	1,80	0,115	14,5	124,1	»	50	1 min	0,16	12
	»	»	»	»	0,062	8,3	85,7	»	100	6 min	0,16	12
42	»	27,5	37	1,80	0,054	9,8	88,0	»	75	3 min	0,15	17
	»	»	»	»	0,043	6,2	59,7	»	125	8 min 30 s	0,15	17

Ce temps écoulé, on vide le liquide dans une capsule en porcelaine de 100 cc, on rince la cellule à l'eau distillée.

La solution, rendue légèrement alcaline par KOH-N/10 est évaporée au bain-marie. Dès que le produit est sec, on enlève la capsule et on la plonge dans l'eau froide. Le résidu est humecté au moyen de 2 cc d'une solution d'acide phénoldisulfonique dans l'acide sulfurique. La solution est diluée, filtrée et rendue ammoniacale. La coloration produite est alors comparée au moyen du colorimètre Eppendorf avec celles des solutions standards préparées à partir de KNO₃.

3. Résultats.

Les résultats obtenus figurent au tableau 5 dans lequel sont en outre mentionnés l'explosif employé, la charge, le nombre et la longueur des fourneaux, la valeur maximum de la concentration en CO obtenue, les quantités de CO, CO₂ et NO₂ dégagées par kg d'explosif, l'endroit des prélèvements, la vitesse de courant d'air dans le bouveau, la distance entre l'orifice du canar et le front et l'intervalle de temps entre le moment du tir et le début du premier prélèvement.

Pour calculer les quantités de gaz dégagées par kg d'explosif, il a été nécessaire, pour chaque essai, de tracer les courbes de la variation des concentrations de CO, CO₂ et NO₂ en fonction du temps.

A. Examen des résultats.

1) Bilan du carbone et de l'azote.

La composition des explosifs utilisés pour les tirs était la suivante :

<i>Charbrite 41</i>	
Nitroglycérine :	10
Gühr :	0,8
Nitrate de sodium :	54
Chlorure ammonique :	33,7
Cellulose modifiée :	1,0
Savon métallique :	0,5
<i>Dynamite III :</i>	
Nitroglycérine :	33,0
Nitrocoton :	1,4
Hydrocarbures :	0,75
Trinitrotoluène :	2,00
Farine de bois :	4,75
Nitrate ammonique :	58,10

Ces concentrations permettent de calculer, pour 100 g de chaque explosif employé, la quantité approximative de carbone et d'azote. C'est ainsi que nous avons :

pour la Charbrite :	quantité de C :	1,58 g
	N :	19,65 g
pour la Dynamite :	quantité de C :	6,38 g
	N :	27,07 g

Le tableau 6 reprend, pour les prélèvements faits à 50 m du front, les quantités de CO, CO₂ et NO₂ dégagés par cent grammes d'explosif. Il permet de calculer la quantité de carbone et d'azote que nous retrouvons dans les fumées dégagées pour chaque tir ou pour des groupes de tir.

TABLEAU 6

N° de l'essai	Par 100 g d'explosif			Explosif
	CO dégagé (en litres)	CO ₂ dégagé (en litres)	NO ₂ dégagé (en litres)	
5	0,422	6,24	0,350	Charbrite
6	0,677	9,065	0,348	»
7	0,802	6,19	0,247	»
10	0,517	6,332	0,298	»
19	0,426	5,43	0,260	»
20	0,695	8,21	0,279	»
3	1,66	16,68	0,554	Dynamite
4	1,316	18,95	0,265	»
8	0,883	17,2	0,556	»
11	1,020	19,74	0,349	»
13	1,020	18,59	0,415	»
14	0,674	15,77	0,277	»
15	0,738	15,5	0,347	»
16	1,16	12,59	0,216	»
18	1,06	12,42	0,250	»
22	2,04	17,74	0,240	»
24	1,47	14,19	0,274	»
26	1,83	16,51	0,220	»
28	1,28	12,06	0,280	»
30	1,54	13,9	0,256	»
32	1,18	11,26	0,315	»

La moyenne des quantités de carbone et d'azote rencontrées dans les fumées pour les tirs à la Dynamite et à la Charbrite sont :

pour la Charbrite :	quantité de C :	4,02 g
	N :	0,18 g
pour la Dynamite :	quantité de C :	8,92 g
	N :	0,19 g

Nous concluons que :

— à 50 m du front seulement une petite quantité de l'azote, contenu dans l'explosif, est retrouvée sous forme de NO₂ ;

— à 50 m du front, on retrouve dans les fumées plus de carbone que la quantité comprise dans l'explosif. Pour la Dynamite, nous trouvons 2,54 g de carbone en trop et, pour la Charbrite, 2,41 g. Les deux quantités étant du même ordre de grandeur, nous pensons pouvoir en déduire que tout le carbone de l'explosif se transforme en CO ou CO₂ et que l'excédent provient de la combustion de l'emballage en papier paraffiné de l'explosif.

2) Influence de la charge.

Si l'on porte en ordonnées les quantités de CO dégagées par un tir et en abscisses la charge em-

ployée pour abattre un mètre cube de roche, on obtient le diagramme 1 (fig. 16) pour les échantillons prélevés à 50 m du front, et le diagramme 2 (fig. 17) pour les prélèvements faits à 100 m du front.

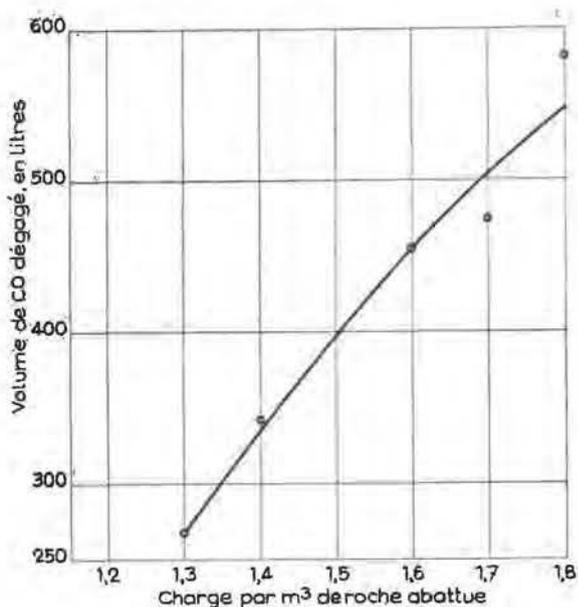


Fig. 16. — Diagramme 1.

Pour le diagramme 1 (fig. 16), signalons qu'à défaut d'un nombre suffisant d'essais, les résultats des rapports de la charge au cube à abattre, inférieurs à 1,3 et supérieurs à 1,8, ont été négligés.

De même, pour le diagramme 2 (fig. 17), les résultats des rapports inférieurs à 1,2 et supérieurs à 1,8 n'ont pas été repris.

Vu le nombre trop réduit d'échantillonnages faits à 75 et 125 m, nous n'avons pas établi de graphiques pour ces essais.

Les diagrammes 1 et 2 prouvent que plus la charge par m³ à abattre est élevée, plus grande est

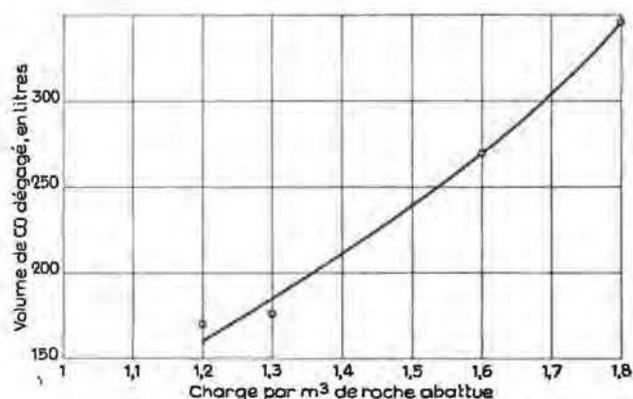


Fig. 17. — Diagramme 2.

la quantité de CO dégagée. Toutefois, nous constatons que, tout au moins pour le diagramme 1, la dispersion des résultats est assez grande. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la composition des fumées dépend de la manière dont travaille l'explosif, c'est-à-dire de la nature du terrain, de l'humidité, du confinement, etc...

3) Influence de la ventilation.

De chaque tir dont nous avons fait des prélèvements de fumées à 50 m du front, nous avons calculé la concentration moyenne des gaz CO et CO₂ dans le bouchon de fumée.

Les moyennes de ces résultats, pour les différentes vitesses de l'air dans le bouveau, sont représentées dans le diagramme 3 (fig. 18) pour le gaz CO et le diagramme 4 (fig. 19) pour le gaz CO₂.

D'autre part, ces mêmes diagrammes donnent l'évolution du rapport concentration maxima sur concentration minima des gaz CO et CO₂.

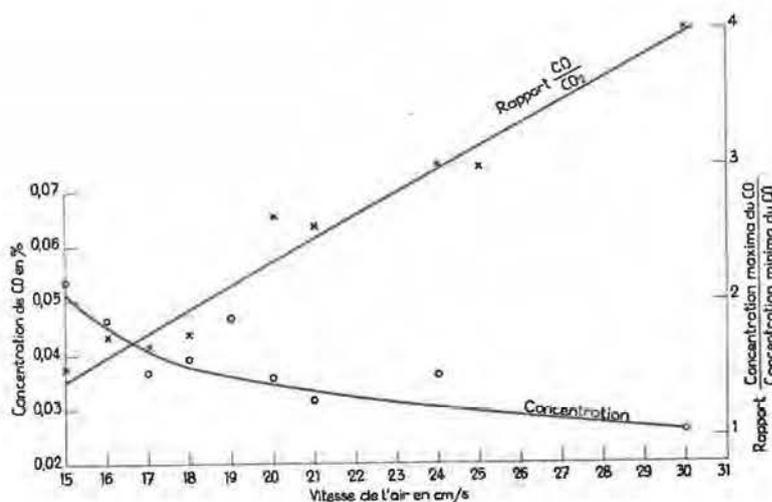


Fig. 18. — Diagramme 3.

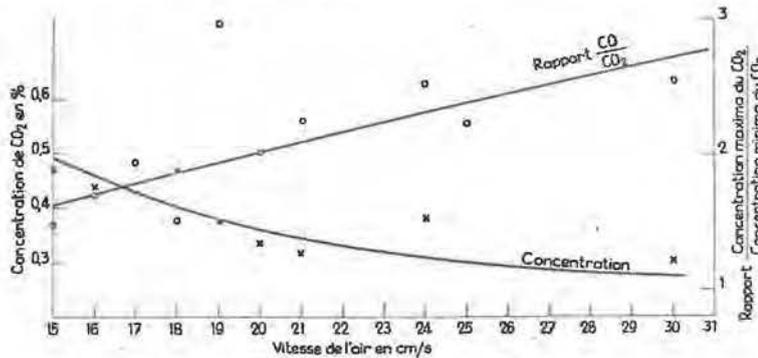


Fig. 19 — Diagramme 4.

De ces différents graphiques, nous pensons pouvoir déduire que la dilution des fumées de tir se fait d'autant plus vite que la vitesse de l'air est grande. Toutefois, nous comptons faire des essais supplémentaires dans notre galerie expérimentale en roche avec des écarts de vitesse plus grands.

4) Comportement du bouchon de fumée.

a) Evolution des concentrations des gaz CO et CO₂ dans le bouchon de fumée.

Les prélèvements d'échantillons de fumées faits respectivement à 50, 75, 100 et 125 m de distance

du front nous ont permis de tracer les courbes des diagrammes 5 et 6 (fig. 20 et 21).

Les courbes du diagramme 5 représentent pour les tirs effectués à la Dynamite, les concentrations moyennes en CO aux différents endroits de prélèvement, soit à 50, 75, 100 et 125 m du front et à différents moments après le tir, le temps porté en abscisses étant de 55 s entre deux points successifs.

Ce diagramme permet les conclusions suivantes :
 1°) Plus on s'éloigne du front de minage, plus petite devient la concentration maxima. Par exemple, à 100 m, cette concentration maxima n'est que la moitié de celle que l'on obtient à 50 m.

2°) La dilution des gaz est d'autant plus rapide que la concentration maxima est plus élevée.

3°) L'endroit de la teneur maxima du bouchon de fumée se déplace vers l'arrière du bouchon quand celui-ci s'éloigne du front.

Le diagramme 6 (fig. 21) est établi de la même façon que le précédent, mais pour le gaz CO₂.

Ces conclusions sont identiques à celles tirées du diagramme 5 (fig. 20).

b) Evolution du rapport des concentrations CO₂/CO du bouchon de fumée.

L'évolution de la teneur en CO et CO₂ dans le bouchon de fumée est donnée par le diagramme 7 (fig. 22) qui représente la variation moyenne du rapport CO₂/CO en fonction du temps après le tir.

De ce diagramme, il ressort que :

1°) Dans le bouchon qui passe devant l'opérateur, la concentration en CO varie plus rapidement que la concentration en CO₂. Le rapport CO₂/CO se stabilise quand les concentrations ont atteint leur maximum.

2°) La courbe du rapport CO₂/CO est d'autant plus inclinée que l'endroit de prélèvement est plus éloigné du front.

c) Quantités de gaz dégagées par kg d'explosif.

La moyenne de la quantité de gaz CO et CO₂ dégagée par kg d'explosif en fonction de l'endroit des prélèvements (50, 75, 100 et 125 m) est représentée au diagramme 8 (fig. 23).

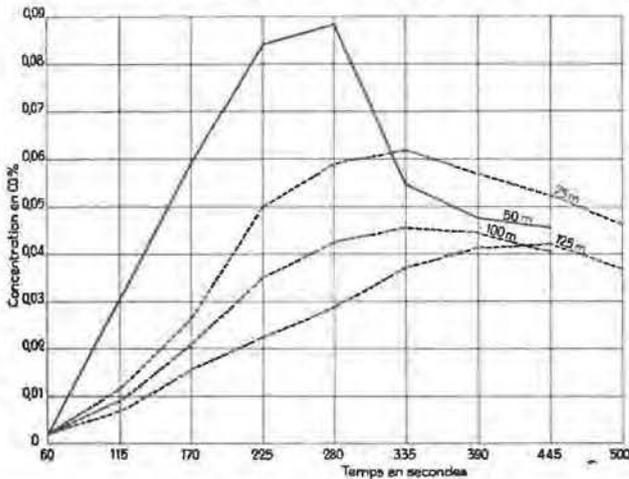


Fig. 20. — Diagramme 5.

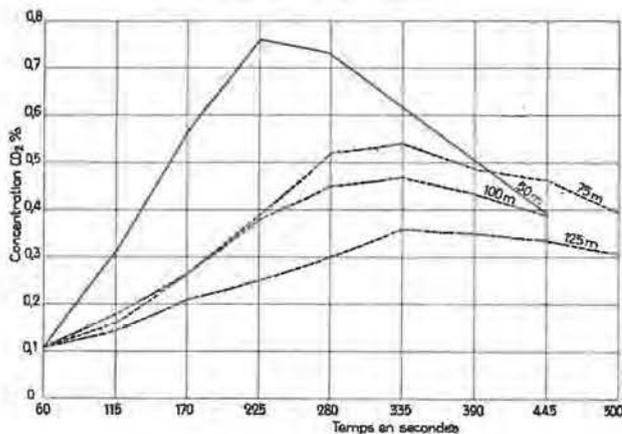


Fig. 21. — Diagramme 6.

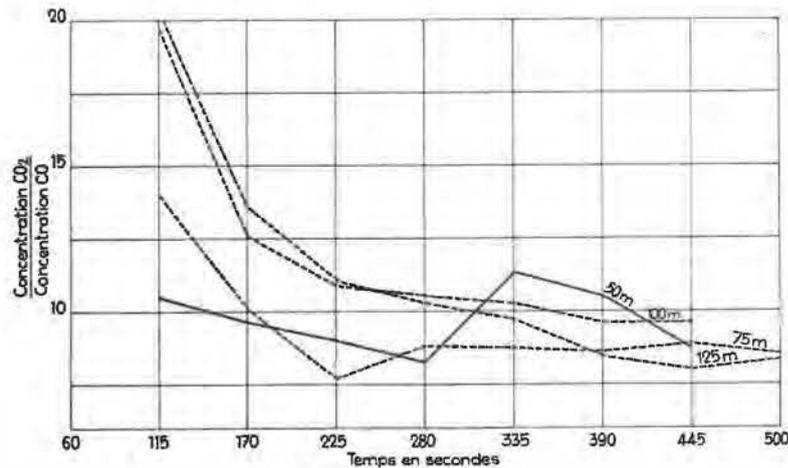


Fig. 22. — Diagramme 7.

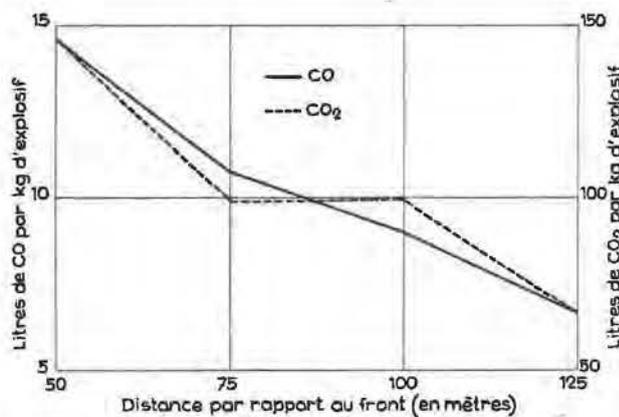


Fig. 23. — Diagramme 8.

Normalement, cette quantité moyenne devrait être constante et l'on devrait avoir une horizontale sur le diagramme. On obtient une courbe inclinée vers la droite, dont on déduit que la quantité de gaz diminue avec l'augmentation de la distance au front de tir parce que la durée des prélèvements est constante et que, de ce fait, on ne tient pas compte de la traînée du bouchon de fumée d'autant plus longue qu'on est plus écarté du front.

5) Autres essais.

Dans une même section du bouveau, nous avons fait l'essai comparatif suivant : un opérateur prélevait un échantillon suivant le processus habituel, c'est-à-dire à 1,10 m de la couronne du bouveau, tandis qu'un autre faisait simultanément le prélèvement dans toute la section. Les résultats de ces essais sont comparés dans le tableau 7.

On constate que les quantités obtenues dans les prélèvements faits dans toute la section sont du même ordre de grandeur que celles des prélèvements faits en un point fixe comme cela a été le cas de tous nos essais. Ceux-ci peuvent donc être considérés comme significatifs.

B. Conclusions.

Au point de vue de la sécurité, les essais entrepris permettent présentement de tirer les conclusions suivantes :

1^o) On ne doit utiliser, dans chaque fourneau, que la quantité d'explosif nécessaire pour assurer l'abatage prévu. Il faut donc éviter de surcharger les mines, car la quantité de CO et de CO₂ dégagée

TABLEAU 7

Essai n°	Explosif employé	Echantillon prélevé			
		en un point fixe		dans toute la section	
		Quantité de gaz dégagée pour 1 kg d'explosif (en litres)		Quantité de gaz dégagée pour 1 kg d'explosif (en litres)	
		CO	CO ₂	CO	CO ₂
43	Dynamite	17,7	118,5	18,5	126,8
44	»	14,0	91,6	15,4	103
45	»	7,4	57,6	9,1	67,2
46	Charbrite	3,76	36,7	3,9	36,0

TABLEAU 8

Essai n°	CO %				CO ₂ %				NO ₂ %				Observations
	Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		
	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	
1	1,28	0,017	0,195	0,190	4,15	0,135	0,60	0,60	0,768	0,009	0,008	0,016	La cartouche est placée au fond du mortier
2	1,44	0,053	0,252	0,250	4,00	0,16	0,60	0,60	1,12	0,014	0,010	0,014	
3	2,45	0,025	0,260	0,255	6,80	0,15	0,625	0,625	1,20	0,007	0,013	0,016	
4	2,30	0,01	0,280	0,277	6,30	0,12	0,63	0,62	1,47	0,004	0,015	0,008	
5	2,95	0,01	0,290	0,298	7,15	0,10	0,59	0,59	1,712	0,012	0,011	0,010	
6	2,75	0,125	0,280	0,275	7,50	0,21	0,62	0,62	0,98	0,015	0,011	0,015	
7	2,47	0,04	0,260	0,250	7,10	0,15	0,60	0,59	0,86	0,008	0,008	0,010	
8	2,18	0,006	0,234	0,230	6,50	0,10	0,63	0,62	0,61	0,011	0,010	0,010	
9	2,18	0,04	0,209	0,201	7,40	0,175	0,595	0,585	0,90	0,016	0,012	0,011	
10	2,36	0,04	0,245	0,241	7,35	0,14	0,625	0,62	0,90	0,011	0,010	0,016	
11	2,60	0,07	0,271	0,265	7,00	0,175	0,615	0,595	0,93	0,013	0,011	0,013	
12	2,67	0,005	0,263	0,256	7,55	0,09	0,61	0,60	1,07	0,007	0,014	0,014	
13	2,67	0,004	0,245	0,240	7,70	0,09	0,59	0,58	1,16	0,005	0,014	0,012	
14	2,33	0,04	0,258	0,255	7,30	0,15	0,60	0,59	1,10	0,030	0,014	0,011	
15	2,62	0,004	0,260	0,254	7,70	0,08	0,63	0,63	1,01	0,030	0,015	0,024	
16	2,38	0,10	0,258	0,248	6,90	0,25	0,605	0,60	0,93	0,031	0,018	0,014	
17	2,60	0,009	0,273	0,265	6,50	0,115	0,60	0,58	1,01	0,025	0,012	0,015	
18	1,37	0,005	0,217	0,210	6,25	0,07	0,75	0,74	0,75	0,009	0,009	0,009	
19	0,745	0,034	0,114	0,118	4,85	0,25	0,74	0,72	0,297	0,016	0,012	0,009	
20	1,80	0,02	0,219	0,219	6,20	0,15	0,80	0,64	0,89	0,010	0,014	0,007	
21	0,80	0,08	0,209	0,210	3,15	0,30	0,69	0,655	0,214	0,020	0,012	0,008	La cartouche est placée au milieu du mortier
22	1,81	0,039	0,277	0,275	4,75	0,19	0,65	0,67	0,420	0,015	0,012	0,010	
23	1,29	0,027	0,256	0,248	3,88	0,12	0,69	0,68	0,560	0,014	0,009	0,012	
24	1,56	0,03	0,252	0,245	3,58	0,14	0,68	0,70	0,488	0,013	0,009	0,011	
25	0,95	0,04	0,230	0,230	3,42	0,17	0,66	0,65	0,284	0,016	0,007	0,008	
26	0,88	0,014	0,205	0,200	3,47	0,15	0,72	0,72	0,212	0,007	0,015	0,008	
27	1,22	0,076	0,235	0,244	4,15	0,21	0,71	0,70	0,320	0,021	0,013	0,010	
28	0,85	0,02	0,193	0,194	4,05	0,24	0,86	0,84	0,540	0,017	0,009	0,008	
29	1,05	0,04	0,148	0,145	5,40	0,185	0,725	0,72	0,920	0,012	0,010	0,010	
30	1,24	0,08	0,228	0,231	4,30	0,24	0,675	0,65	0,289	0,008	0,011	0,007	
31	1,52	0,075	0,260	0,250	4,95	0,27	0,61	0,55	0,346	0,006	0,006	0,007	
32	0,83	0,028	0,200	0,206	3,59	0,14	0,65	0,67	0,240	0,018	0,010	0,007	
33	1,19	0,047	0,216	0,208	4,48	0,175	0,675	0,655	0,363	0,019	0,005	0,006	
34	0,91	0,033	0,203	0,196	3,77	0,14	0,61	0,61	0,270	0,007	0,012	0,008	
35	1,79	0,011	0,240	0,232	6,25	0,10	0,74	0,72	0,627	0,007	0,010	0,008	
36	1,41	0,0225	0,267	0,260	3,80	0,09	0,68	0,65	0,705	0,014	0,021	0,024	
37	1,47	0,053	0,269	0,273	4,08	0,15	0,61	0,59	0,516	0,009	0,008	0,009	
38	1,10	0,07	0,195	0,190	3,55	0,14	0,65	0,64	0,354	0,014	0,009	0,007	
39	1,35	0,09	0,300	0,297	4,85	0,20	0,815	0,82	0,453	0,023	0,012	0,008	
40	2,10	0,016	0,267	0,255	5,55	0,11	0,66	0,63	0,456	0,005	0,005	0,006	

Le tableau 9 donne les moyennes des résultats du tableau 8.

TABLEAU 9

	CO %				CO ₂ %				NO ₂ %			
	Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir	
	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2
Cartouche fond	2,21	0,033	0,244	0,240	6,61	0,143	0,633	0,617	0,988	0,014	0,012	0,013
Cartouche milieu	1,27	0,0446	0,233	0,229	4,25	0,173	0,690	0,676	0,429	0,013	0,010	0,0096

augmente avec la charge d'explosif par m³ de roches abattues.

2^o) Il convient d'assurer une bonne ventilation du front d'abatage si l'on veut que les gaz dégagés se diluent rapidement et suffisamment à proximité du front.

3^o) Au moment du tir, le personnel doit se placer en un endroit assez éloigné du front pour que, lors du passage du bouchon de fumée, les concentrations maximales des gaz soient abaissées le plus possible.

II. Tirs dans l'installation de laboratoire.

1) Essais avec la Charbrite 41.

Nous rappelons, pour information, la composition de la Charbrite 41 employée :

Nitroglycérine :	10,00
Nitrate sodique :	54,00
Chlorure ammonique :	33,70
Cellulose modifiée :	1,00
Cuivre :	0,80
Savon métallique :	0,50

L'installation utilisée est représentée à la figure 24.

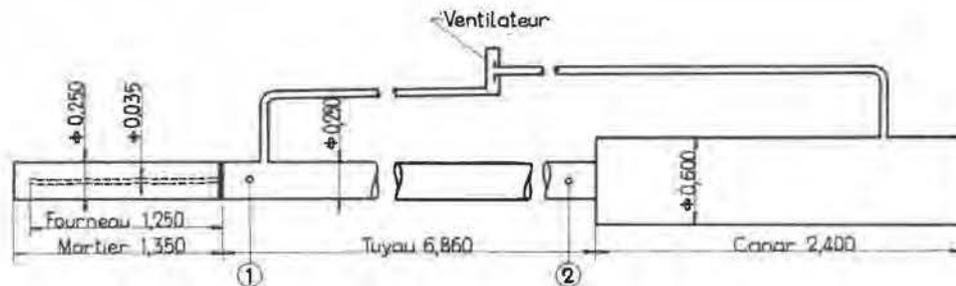


Fig. 24.

Elle comporte un mortier cylindrique en acier placé à l'entrée d'un tuyau de 25 cm de diamètre et de 6,86 m de longueur.

Ce dernier est suivi d'un canar de 60 cm de diamètre et de 2,40 m de longueur.

Le mortier a les caractéristiques suivantes :

longueur :	1,35 m
diamètre :	0,25 m
longueur du fourneau :	1,25 m
diamètre du fourneau :	35 mm

Mode opératoire.

Une cartouche est placée sans bourrage au fond ou au milieu du mortier. Immédiatement après le tir, on effectue les prises de gaz simultanément aux points 1 et 2 de l'installation. Le ventilateur est

ensuite mis en marche et, 10 minutes après le tir, un nouvel échantillonnage est fait aux mêmes endroits. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 8.

Connaissant les teneurs moyennes en CO, CO₂ et NO₂ et le volume total de l'installation, nous pouvons calculer en litres le dégagement total de CO, CO₂ et NO₂ par kg d'explosif.

TABLEAU 10

	CO	CO ₂	NO ₂
Cartouche au fond	26	69,8	1,28
Cartouche au milieu	25	75,3	1,08

2) Essais avec la Sabulite B V.

La composition de la Sabulite est :

Nitrate ammonique :	58,50
Chlorure de sodium :	20,00
Perchlorate de potassium :	5,00
Trinitrotoluène :	14,00
Trinitronaphtaline :	5,00
Farine de bois :	1,50

Le dispositif d'essai est semblable à celui employé pour la Charbrite 41 à l'exception toutefois du mortier qui a été renouvelé et qui présente les nouvelles caractéristiques ci-après :

longueur :	0,95 m
diamètre :	0,20 m
longueur du fourneau :	0,52 m
diamètre du fourneau :	40 mm

La façon d'opérer est la même que pour la Charbrite.

Les résultats obtenus sont repris au tableau 11.

TABLEAU 11

Essai n°	CO %				CO ₂ %				NO ₂ %				Observations
	Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		
	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	
1	0,86	0,14	0,275	0,27	5,40	1,10	1,70	1,66	0,470	0,009	0,0165	0,015	La cartouche est placée à l'entrée du mortier
2	2,42	0,388	0,318	0,309	14,70	1,38	1,56	1,47	0,256	0,012	0,0191	0,0147	
3	1,57	0,62	0,257	0,252	9,20	2,22	1,29	1,24	0,196	0,005	0,005	0,006	
4	1,93	0,465	0,265	0,262	9,40	1,60	1,44	1,44	0,290	0,008	0,012	0,007	
5	3,35	0,32	0,430	0,42	12,39	1,71	1,77	1,67	0,246	0,016	0,0130	0,011	
6	1,20	0,074	0,16	0,14	9,20	0,53	1,30	1,25	0,150	0,010	0,008	0,008	La cartouche est placée au fond du mortier
7	1,73	0,235	0,218	0,215	9,40	1,33	1,35	1,32	0,260	0,014	0,012	0,010	
8	2,65	0,285	0,33	0,32	10,00	0,99	1,43	1,46	0,322	0,016	0,009	0,009	
9	3,70	0,245	0,29	0,28	12,32	1,00	1,36	1,34	0,380	0,016	0,013	0,011	
10	3,35	0,360	0,47	0,43	12,27	1,68	1,73	1,74	0,320	0,013	0,011	0,010	
11	2,90	0,21	0,435	0,42	11,20	0,92	1,73	1,64	0,210	0,014	0,010	0,010	La cartouche est placée au milieu du mortier
12	2,93	0,198	0,385	0,375	12,32	0,94	1,90	1,85	0,234	0,013	0,013	0,011	
13	2,65	0,10	0,355	0,34	11,85	0,46	1,78	1,63	0,160	0,013	0,014	0,013	
14	1,80	0,30	0,340	0,335	8,70	1,05	1,65	1,60	0,113	0,020	0,011	0,011	
15	1,48	0,22	0,319	0,309	7,7	0,94	1,67	1,60	0,107	0,014	0,013	0,012	

Le tableau 12 donne les moyennes des résultats du tableau 11.

TABLEAU 12

	CO %				CO ₂ %				NO ₂ %			
	Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir	
	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2
Entrée	2,03	0,387	0,309	0,303	10,22	1,6	1,55	1,49	0,292	0,01	0,0131	0,0107
Milieu	2,35	0,206	0,367	0,356	10,35	0,86	1,75	1,66	0,165	0,015	0,012	0,011
Fond	2,53	0,239	0,294	0,277	10,64	1,11	1,43	1,42	0,286	0,014	0,011	0,010

Comme dit ci-dessus, les quantités de gaz dégagées en litres par kg d'explosif Sabulite BV sont données au tableau 13.

TABLEAU 13

	CO	CO ₂	NO ₂
Cartouche entrée	33,1	164,4	1,4
Cartouche milieu	51,5	152	1,1
Cartouche fond	39,3	185,1	1,5

Nitroglycérine	}	10,00
Nitroglycol		
Cellulose :		7,00
Nitrate d'ammoniaque :		60,00
Chlorure de sodium :		25,00

Le dispositif utilisé et le mode opératoire sont identiques à ceux employés lors des essais avec la Sabulite BV.

Le tableau 14 résume les résultats obtenus.

Les moyennes des résultats du tableau 14 sont données au tableau 15.

3) Essais avec la Nitrocooppalite 8.

La composition de la Nitrocooppalite est la suivante :

TABLEAU 14

Essai n°	CO %				CO ₂ %				NO ₂ %				Observations
	Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		
	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	
1	1,31	0,006	0,183	0,176	6,20	0,130	0,86	0,83	0,369	0,011	0,007	0,007	La cartouche est placée à l'entrée du mortier.
2	1,40	0,039	0,168	0,171	6,70	0,245	0,84	0,83	0,453	0,026	0,017	0,012	
3	1,62	0,016	0,157	0,157	8,00	0,200	0,80	0,80	0,462	0,007	0,006	0,006	
4	1,57	0,027	0,154	0,152	9,20	0,220	0,86	0,84	0,503	0,013	0,009	0,008	
5	1,21	0,014	0,141	0,135	6,20	0,180	0,71	0,70	0,288	0,009	0,010	0,012	
6	1,82	0,023	0,237	0,234	9,00	0,330	1,22	1,15	0,495	0,012	0,010	0,013	La cartouche est placée au milieu du mortier.
7	2,17	0,065	0,277	0,262	8,70	0,510	1,20	1,03	0,351	0,016	0,011	0,014	
8	2,07	0,086	0,270	0,260	8,50	0,620	1,18	1,10	0,292	0,027	0,010	0,009	
9	1,74	0,139	0,257	0,263	7,95	0,790	1,14	1,06	0,512	0,033	0,016	0,014	
10	1,08	0,158	0,188	0,190	6,70	0,980	1,10	1,09	0,310	0,030	0,015	0,013	
11	0,72	0,081	0,155	0,153	5,55	0,645	0,93	0,86	0,374	0,039	0,009	0,014	La cartouche est placée au fond du mortier.
12	1,51	0,072	0,180	0,183	7,75	0,530	0,96	0,86	0,426	0,026	0,012	0,012	
13	1,18	0,025	0,147	0,144	7,10	0,360	0,84	0,77	0,206	0,032	0,007	0,010	
14	1,42	0,098	0,188	0,201	8,10	0,620	1,06	1,00	0,677	0,050	0,014	0,018	
15	1,94	0,137	0,240	0,247	9,00	0,640	1,12	1,05	0,294	0,027	0,008	0,010	

TABLEAU 15

	CO %				CO ₂ %				NO ₂ %			
	Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir	
	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2
Entrée	1,42	0,02	0,161	0,158	7,26	0,195	0,81	0,80	0,417	0,013	0,01	0,009
Milieu	1,77	0,094	0,246	0,242	8,17	0,646	1,17	1,09	0,392	0,024	0,012	0,013
Fond	1,35	0,083	0,182	0,186	7,50	0,559	0,98	0,91	0,395	0,035	0,01	0,013

Comme expliqué précédemment, les quantités de gaz dégagées en litres par kg d'explosif Nitrocoopalite sont données au tableau 16.

TABLEAU 16

	CO	CO ₂	NO ₂
Cartouche à l'entrée	17,8	88,5	1,09
Cartouche au milieu	26,6	124,9	1,34
Cartouche au fond	20,0	105,7	1,10

4. Essais avec la Dynamite III.

La composition de la Dynamite III a été donnée plus haut.

Le dispositif utilisé pour les essais et le mode opératoire sont identiques à ceux employés lors des essais avec la Sabulite BV et la Nitrocoopalite.

Le tableau 17 donne les résultats obtenus.

Les moyennes des résultats du tableau 17 sont données au tableau 18.

TABLEAU 17

Essai n°	CO %				CO ₂ %				NO ₂ %				Observations
	Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		
	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	
1	3,28	0,228	0,257	0,247	12,20	1,75	1,13	1,05	0,058	0,008	0,0070	0,008	Cartouche au fond du mortier
2	3,20	0,197	0,262	0,250	13,60	1,67	1,20	1,18	0,062	0,011	0,0060	0,009	
3	3,12	0,200	0,230	0,215	12,60	1,65	0,96	0,92	0,055	0,012	0,0070	0,009	
4	1,86	0,028	0,086	0,094	12,40	0,076	0,67	0,67	0,065	0,020	0,0087	0,009	
5	3,16	0,150	0,449	0,360	14,00	1,34	1,91	1,59	0,076	0,005	0,0115	0,0085	
6	3,20	0,265	0,490	0,415	15,00	1,84	2,27	1,90	0,072	0,009	0,0075	0,009	
7	2,95	0,330	0,525	0,455	15,00	2,20	2,51	2,20	0,0674	0,006	0,0104	0,008	
8	2,17	0,011	0,390	0,370	13,95	0,82	1,84	0,78	0,112	0,014	0,0095	0,006	
9	2,67	0,049	0,310	0,300	14,20	1,13	1,87	1,85	0,070	0,009	0,0090	0,011	
10	3,25	0,083	0,365	0,302	18,20	1,37	2,34	2,05	0,065	0,0145	0,0060	0,004	

TABLEAU 18

CO				CO ₂				NO ₂			
Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir		Immédiatement après le tir		10 min après le tir	
Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2
2,886	0,154	0,336	0,3	14,11	1,385	1,67	1,42	0,07	0,0108	0,0083	0,082

Les quantités de gaz dégagées par kg d'explosif sont :

CO :	36 litres
CO ₂ :	177 litres
NO ₂ :	0,85 litre

Conclusions.

Les quantités de CO, CO₂ et de NO₂ dégagées par kg d'explosif, lors des tirs de mines, dépendent beaucoup de la composition de l'explosif.

II. — DETONATEURS

1. DETONATEURS POUR LES MINES (CONDITIONS D'AGREATION)

L'étude sur les détonateurs de tous types a été poursuivie tant au point de vue sécurité vis-à-vis du grisou que sensibilité, régularité, etc...

Cette étude nous a amenés à proposer de nouvelles conditions d'agrégation pour les détonateurs électriques destinés aux travaux souterrains des mines.

Ces conditions, rendues officielles par la Circulaire n° 127 du 28 octobre 1960 du Directeur Général des Mines, sont les suivantes :

« 1) L'inflamateur est solidement fixé dans le tube du détonateur.

« 2) Les fils du détonateur sont en cuivre. Ils ont une longueur de 1,50 m au moins et un diamètre de 0,5 mm au moins. Ils sont recouverts d'un isolant qui a une stabilité suffisante des points de vue mécanique, thermique et électrique.

« 3) A l'exception des matières pyrotechniques et explosives qu'ils contiennent, les détonateurs n'ont aucune partie constitutive combustible et l'isolant des fils est ininflammable.

« D'autre part, les détonateurs satisferont aux essais décrits ci-après.

» A. Essais sur les fils de détonateurs.

» 1) Solidité des fils.

« Le tube du détonateur étant maintenu fixe, on exerce pendant 2 minutes une traction de 2 kg sur les fils. Aucune détérioration mécanique ne peut apparaître. Après l'essai de traction, les détonateurs doivent encore fonctionner. L'essai porte sur 10 détonateurs dans l'état de leur livraison, 10 détonateurs ayant séjourné pendant 14 jours en atmosphère humide à la température ambiante et 10 détonateurs ayant subi un entreposage de 5 heures en atmosphère sèche à 50° C.

» 2) Stabilité de l'isolant des fils.

» Stabilité mécanique et thermique.

« a) Sur une tige cylindrique de 5 mm de diamètre, on enroule en hélice à spires jointives un bout de fil de 1 m de long bien serré, puis on le déroule. A la suite de cette opération, le fil ne doit pas montrer de partie dénudée. L'essai est à répéter 10 fois, chaque fois sur un nouvel échantillon.

« b) On tend des bouts de fil de 1 m de longueur, soumis chacun à une traction de 0,5 kg pendant 5 minutes par dessus une tôle de fer pliée à angle droit, de façon telle qu'ils touchent aux deux faces, larges de 5 cm du dièdre en tôle. (Ce dièdre se prépare en pliant une tôle de fer d'environ 0,3 mm d'épaisseur sur une arête métallique à angle droit et en la martelant).

« A la suite de cette opération, les fils ne doivent pas montrer de partie dénudée.

« c) Les essais sub. a) et b) sont à répéter :

- après 14 jours d'entreposage en atmosphère humide à la température ambiante ;
- après 14 jours d'entreposage en atmosphère sèche, à 40° C ;
- après entreposage de 10 minutes à moins 5° C.

» Stabilité électrique.

« Un détonateur, fils compris, est plongé dans une saumure, les extrémités des fils, dénudées et torsadées, restant en dehors du liquide. On mesure l'isolement entre la torsade des fils et une électrode plongeant dans la saumure, sous une tension continue de 500 volts. L'isolement ne doit pas être inférieur à 5 mégohms. L'essai est à répéter 10 fois.

» 3) Ininflammabilité de l'isolant des fils.

« Un échantillon de fil isolé de détonateur de 50 cm de longueur est maintenu dans la flamme d'un bec Bunsen dans les conditions suivantes.

» Le diamètre intérieur de l'ouverture supérieure de la buselure du bec est de 9 mm. Ce brûleur est alimenté au gaz de ville et l'ouverture d'arrivée d'air est fermée complètement. La flamme non oxydante est réglée en atmosphère calme de façon qu'elle ait une longueur de 15 cm. Le brûleur est placé verticalement et pourvu d'un système de mise en veilleuse.

» L'échantillon est disposé horizontalement à 5 cm du bord supérieur de la buselure. Trois fois de suite et en son milieu, il est exposé à la flamme pendant un laps de temps de 15 secondes suivi d'une mise en veilleuse de même durée.

» A l'issue de l'essai, lorsque toute combustion est terminée, l'échantillon ne peut être brûlé ou consumé entièrement.

» B. Essais sur tous les détonateurs instantanés et à retard.

» 1) Sécurité de manipulation.

» Une traction progressive ou brusque sur les fils jusqu'à rupture ou arrachage de ceux-ci ne peut provoquer l'explosion du détonateur. L'essai porte sur 20 détonateurs, à raison de 10 pour chacun des modes de traction.

» 2) Sensibilité.

» a) Un condensateur de 10 microfarads, chargé sous 100 volts, est à décharger dans un circuit dont la résistance est portée à 16 ohms et comportant le détonateur à essayer en série avec une résistance réglable. La décharge du condensateur, produisant à travers le détonateur une impulsion de 5,0 millijoules/ohm, doit amener l'inflammation. Cet essai porte sur 20 détonateurs.

» b) Pour une seconde série d'essais, le circuit résistant dont question ci-dessus est réglé à 65 ohms. La décharge correspondant à cette nouvelle disposition, produisant à travers le détonateur une impulsion de 0,8 millijoule/ohm, ne doit pas amener l'inflammation. Cet essai porte aussi sur 20 détonateurs.

» c) Un détonateur ne doit pas sauter au passage d'un courant continu de 0,10 ampère appliqué pendant 5 minutes. L'essai porte également sur 20 détonateurs.

» d) 25 détonateurs reliés en série doivent tous sauter sous le passage d'un courant continu de 1 ampère appliqué pendant 4 millisecondes. L'essai est à répéter après 14 jours d'entreposage à la température ambiante et en atmosphère humide ainsi qu'après 14 jours d'entreposage en atmosphère sèche à la température de 40° C.

» 3) Puissance.

» Un détonateur explosant sur une plaque de plomb de 5 mm d'épaisseur doit provoquer dans

cette dernière un trou dont le diamètre est d'au moins 10 mm sur la face supérieure et d'au moins 7,5 mm sur la face inférieure.

» Pour réaliser cet essai, le détonateur est placé perpendiculairement sur une plaque carrée, de 50 mm de côté, constituée de plomb ne contenant pas plus de 0,5 % d'antimoine. La tolérance d'épaisseur de cette plaque est de $\pm 0,1$ mm. La plaque de plomb est posée au milieu d'une plaque d'acier perforée en son centre d'un trou cylindrique de 20 mm de diamètre.

» Avant l'essai, si le fond du détonateur n'est pas plat, la cavité que peut présenter ce fond doit être remplie avec du mastic.

» 4) Sécurité vis-à-vis du grisou.

» a) Le détonateur est tiré seul suspendu aux environs du centre de la chambre d'explosion de la galerie expérimentale. Les essais portent au moins sur 50 détonateurs instantanés ou sur 50 détonateurs de chaque numéro s'il s'agit de détonateurs à retard.

» Pour chacune de ces séries d'essais de détonateurs, il ne doit pas se produire plus de 4 % d'inflammation dans un milieu grisouteux à 9 % de CH_4 .

» b) Le détonateur est tiré dans une cartouche d'explosif de sécurité suspendue aux environs du centre de la chambre d'explosion de la galerie expérimentale ou du centre d'un mortier à plaques parallèles distantes de 100 mm.

» Dans chacun des 2 cas, les essais portent au moins sur 10 détonateurs instantanés ou sur 10 détonateurs de chaque numéro s'il s'agit de détonateurs à retard.

» Aucun de ces tirs ne doit provoquer l'inflammation d'un mélange grisouteux à 9 % de CH_4 .

» C. Essais supplémentaires sur les détonateurs à retard.

» Détonateurs à long retard.

» 1) Sensibilité.

» Ces essais sont faits comme dit plus haut ; dans chacun des cas envisagés, la quantité de détonateurs à essayer reste la même mais comporte des détonateurs de tous les retards.

» 2) Régularité.

» Un essai portant sur 10 séries complètes de retards doit donner les résultats suivants :

» a) Le détonateur le plus lent d'un retard déterminé doit sauter au moins 100 millisecondes avant le détonateur le plus rapide du retard immédiatement supérieur, avec une tolérance portant sur 1 % du nombre de détonateurs essayés ; dans ce dernier cas, il ne peut toutefois y avoir de chevauchement ;

» b) La durée maximale de détonation d'une série complète de 10 retards successifs doit être comprise entre 4,5 et 5,5 secondes.

» Détonateurs à court retard.

» 1) Sensibilité.

Ces essais sont faits comme dit plus haut ; dans chacun des cas envisagés, la quantité de détonateurs à essayer reste la même mais comporte des détonateurs de tous les retards.

» 2) Régularité.

» Un essai portant sur 10 séries complètes de retards doit donner les résultats suivants :

» a) Le détonateur le plus lent d'un retard doit sauter au moins 5 millisecondes avant le détonateur le plus rapide du retard immédiatement supérieur, avec une tolérance portant sur 1 % du nombre de détonateurs essayés ; dans ce cas, il ne peut toutefois y avoir de chevauchement.

» b) Le détonateur le plus lent du retard ($n + 2$) ne peut sauter plus de 90 millisecondes après le détonateur le plus rapide du retard n .

2. DETONATEURS ELECTRIQUES SPECIAUX

Le Service des Explosifs nous a demandé d'établir la courbe de sensibilité de détonateurs spéciaux et d'examiner leur stabilité au passage d'un faible courant. Ces essais avaient pour but de déterminer si la mesure de la résistance électrique de ces détonateurs, sous faible tension, ne présentait aucun danger. Il s'agit d'engins très sensibles pouvant éclater sous des impulsions électriques très faibles.

Les essais de sensibilité consistent à décharger, dans le détonateur, un condensateur de valeur déterminée chargé, au préalable, à une tension que l'on peut faire varier.

Pour un premier groupe d'essais, on a utilisé un condensateur de 0,25 microfarad.

Les résultats obtenus sont indiqués au tableau 19, dans lequel sont notées : la tension électrique de charge du condensateur, l'énergie en ergs de l'im-

pulsion de décharge et la fréquence de départs, c'est-à-dire le rapport du nombre de détonateurs qui ont explosé au nombre de détonateurs essayés.

TABLEAU 19

Tension de charge en V	Nombre d'ergs	Fréquence des départs
4	20	0/10
36	1.620	1/10
40	2.000	5/10
48	2.880	5/10
56	3.920	7/10
68	5.780	8/10
80	8.000	7/10
100	12.500	9/10

Dans une seconde série d'essais, on a utilisé un condensateur de 3.000 picofarads et on a recherché la tension la plus faible qui donnait des départs.

On a obtenu :

- Sous une tension de 46 V, ce qui équivaut à 5.290 ergs, un départ sur 10 essais.
- Sous une tension de 50 V, ce qui équivaut à 6.250 ergs, deux départs sur 10 essais.

Il apparaît donc que la sensibilité de ces détonateurs présente une dispersion très grande et que, dans les essais par décharge de condensateur, les résultats dépendent de la capacité de celui-ci. L'énergie nécessaire est d'autant plus grande que la capacité du condensateur est plus faible.

Les résultats n'étant pas applicables directement à la question de la sécurité dans la mesure de la résistance, nous avons recherché la stabilité de ces détonateurs sous un courant continu. Pour cela, on a réglé et maintenu dans le détonateur un courant d'intensité constante pendant 5 minutes. Au cours des essais successifs, on a fait croître l'intensité depuis 0,1 mA jusqu'à 1,5 mA. Aucune de ces valeurs n'a provoqué de départ. La tension à vide de la batterie utilisée était de 2,50 V.

III. — DETECTION DU GRISOU

Perle de von Rosen.

Nous avons reçu de la Station d'Essais pour la ventilation des Mines de Bochum (Allemagne) des perles de sel appelées « Perles de von Rosen », du

nom de l'inventeur, ou « Perles de grisou ». Ces perles, piquées dans les mèches des lampes à flamme, facilitent beaucoup la détection du grisou.

Leur emploi est autorisé et largement répandu en Allemagne depuis déjà quelques années.

La perle de grisou se place sur n'importe quelle lampe à benzine à mèche ronde. Cette mèche doit surtout être réglable en hauteur pour que la flamme puisse être allongée ou réduite suivant les nécessités.

Pour effectuer correctement la détection du grisou, il faut un centrage exact et un réglage convenable de la hauteur de la perle de grisou. Il faut aussi que l'apport de benzine à la flamme, par effet de capillarité, soit homogène sur tout le pourtour de la mèche. Pour cela, il est recommandé, après avoir égalisé la mèche, de placer dans celle-ci, un petit tube réfractaire d'environ 8 mm de longueur et de l'utiliser comme support pour la perle de von Rosen. Celle-ci est constituée d'une perle de sel formée au bout d'une épingle d'acier. On passe l'épingle dans le tube et on l'enfonce dans la mèche de telle façon que le bord supérieur de la perle dépasse de 7 mm environ le bord supérieur de la mèche comme l'indique la figure 25 a (*).

On peut contrôler, à la surface, le bon fonctionnement de la lampe munie de la perle, en réglant la flamme de base à une hauteur de 11-12 mm. A ce

moment, la perle de sel doit dépasser le bord supérieur du tube porte-mèche d'environ 7 mm ; elle est entourée d'un ourlet jaune. En présence de grisou (fig. 25 b) (*), on voit, sur l'ourlet jaune, une auréole gris pâle qui grandit au fur et à mesure que la teneur en méthane augmente. Cette auréole est nettement visible et, pour que sa hauteur soit caractéristique de la teneur en grisou, il faut maintenir à 11-12 mm la hauteur de la flamme de base, c'est-à-dire la hauteur de la pointe de l'ourlet jaune au-dessus du tube porte-mèche. Pour cela, la mèche doit être baissée aux fortes teneurs en CH_4 ; à 4 %, le bord supérieur de la perle ne doit plus se trouver qu'à environ 5 mm au-dessus du tube porte-mèche.

Nous avons procédé à des essais sur différentes lampes à benzine, à mèche ronde, soit deux lampes à alimentation supérieure et deux lampes à alimentation inférieure.

Ces essais avaient pour but de déterminer la hauteur de l'auréole, pour chaque lampe et pour différentes teneurs en CH_4 , alors que :

- la mèche n'était pas munie d'une perle ;
- la mèche était pourvue d'une perle de von Rosen.

Les résultats trouvés sont indiqués aux tableaux 20, 21, 22 et 23 illustrés par les diagrammes 9, 10, 11 et 12 de la figure 26.

(*) Les clichés illustrant les fig. 25 a et 25 b nous ont été obligeamment prêtés par la « Westfälische Bergwerkschaftskasse » Hernerstrasse, 45, Bochum (Allemagne).

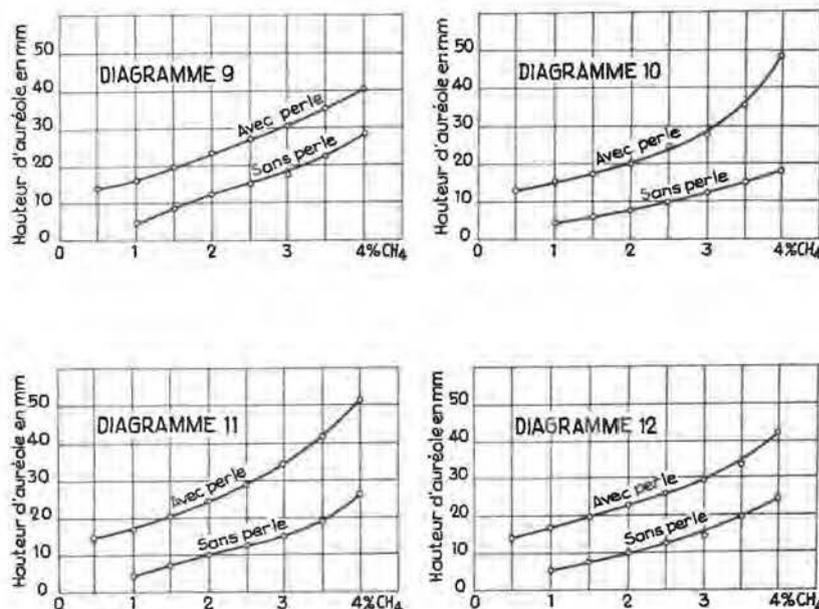


Fig. 26.

- Diagramme 9 : Lampe I : Alimentation supérieure - Rallumeur latéral.
 Diagramme 10 : Lampe II : Alimentation supérieure - Rallumeur vertical.
 Diagramme 11 : Lampe III : Alimentation inférieure - Rallumeur vertical.
 Diagramme 12 : Lampe IV : Alimentation inférieure - Rallumeur vertical.

TABLEAU III : INDICE DES AEROSOLS ET RENDEMENT THERMIQUE

Date de l'essai	Type de combustible	Durée de l'essai (min)	Température moyenne (°C)	Débit de fumées moy. (NI/min)	Débit aspiré et filtré moyen (NI/min)	Goudrons et suies recueillis				Pertes calorifiques				Rendement thermique (%)
						Poids total déposé sur le filtre et l'entonnoir (g)	Indice par unité de volume des fumées (g/Nm ³)	Indice par unité de combustible 1 ^{re} approx. (g/kg)	Indice par unité de combustible val. corrigée (g/kg)	Perte par imbrûlés dans les cendres (%)	Perte par imbrûlés gazeux dans les fumées (%)	Perte par imbrûlés solides et liquides ds les fumées (%)	Perte par chaleur sensible des fumées (%)	
22- 9-60	Synthracite	240	319	319	10,7	0,129	0,050	0,77	1,1	0,5	2,15	0,1	21,85	75,4
26-10-60	Boulets carbonisés Inichar	250	295	287	9,5	0,096	0,040	0,65	1,0	0,7	5,2	0,1	21,2	72,8
9- 9-60	Anthracite 30/50 J	180	380	315	9,3	0,261	0,156	1,77	2,7	2,0	5,4	0,3	18,4	73,9
5- 4-61	Boulets H-U au suprakol	240	323	298	9,7	0,143	0,082	0,92	1,4	0,8	7,0	0,2	20,5	71,5
24- 1-61	Boulets J au suprakol	189	371	315	11,0	0,263	0,126	1,59	2,4	3,5	8,2	0,3	19,7	68,3
28-10-60	Boulets au brai J défumés 90 min	184	365	311	9,95	0,227	0,124	1,46	2,2	1,2	5,2	0,3	19,0	74,3
26- 9-60	Anthracite	237	324	301	7,4	0,213	0,122	1,74	2,6	1,1	3,9	0,3	19,3	75,4
13-10-60	Boulets au brai W défumés 90 min	182	413	353	9,9	0,301	0,167	2,07	3,1	0,3	1,5	0,4	24,4	73,4
15- 9-60	Boulets à l'urée formol	230	327	305	10,2	0,354	0,151	2,16	3,2	9,35	7,35	0,4	19,1	63,8
21-10-60	Maigre 30/50 W	166	374	325	9,75	0,495	0,306	3,38	5,1	2,3	4,9	0,6	17,2	75,0
5-10-60	Boulets au brai N-G défumés 60 min	215	344	310	10,7	0,547	0,238	3,18	4,8	0,4	5,5	0,6	20,7	72,8
27- 7-60	Boulets au brai N-G défumés 60 min	244	282	267	21,2	1,231	0,238	3,11	4,7	0,4	7,6	0,6	16,5	74,9
3-10-60	Boulets au brai C-J défumés 60 min	228	336	284	10,6	0,634	0,262	3,32	5,0	0,4	5,2	0,7	18,7	75,0
24-10-60	Boulets au brai C-J défumés 60 min	210	340	275	9,6	0,570	0,283	3,34	5,0	0,8	6,6	0,6	17,8	74,2
11-10-60	Boulets au brai W défumés 60 min	170	394	315	10,6	0,585	0,324	3,53	5,3	0,2	8,7	0,7	19,2	71,2
2- 9-60	Boulets au brai J	240	273	286	9,95	2,854	1,195	16,76	25,1	1,7	9,8	3,2	15,6	69,7
7- 3-61	Boulets au schlamm gras B flotté . .	116	446	413	8,5	1,261	1,330	12,25	18,4	0,1	16,1	2,4	19,2	62,2

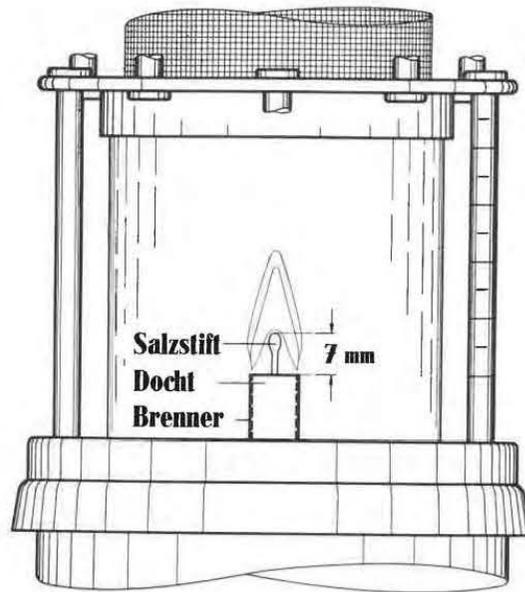


Fig. 25a. — Salzstift: perle de sel - Docht: mèche -
Brenner: tube porte-mèche.

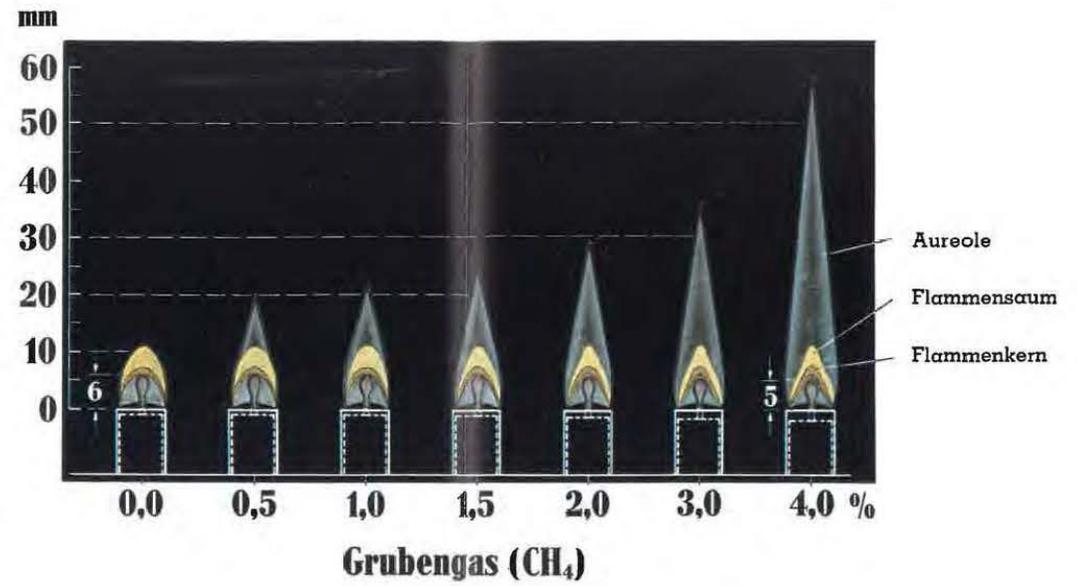


Fig. 25b.

Grubengas (CH₄): grisou (CH₄).
Flammensaum: ourlet jaune de la flamme.
Flammenkern: noyau de la flamme.

Lampes à benzine à alimentation supérieure.

Lampe I.

TABLEAU 20
Rallumeur latéral.

Sans perle		Avec perle	
CH ₄ en %	Hauteur de l'aurole en mm	CH ₄ en %	Hauteur de l'aurole en mm
		0,5	14
1,00	5	1,00	16
1,50	9	1,50	20
2,00	15	2,00	23
2,50	15	2,50	27,5
3,00	17,5	3,00	30
3,50	23	3,50	35
4,00	29	4,00	40 - 41

Lampe II.

TABLEAU 21
Rallumeur vertical.

Sans perle		Avec perle	
CH ₄ en %	Hauteur de l'aurole en mm	CH ₄ en %	Hauteur de l'aurole en mm
		0,5	13
1,00	± 4	1,00	15
1,50	5,5	1,50	17
2,00	8	2,00	20
2,50	10	2,50	25
3,00	12	3,00	28
3,50	15	3,50	36
4,00	18	4,00	48 - 50

Lampes à benzine à alimentation inférieure.

Lampe III.

TABLEAU 22
Rallumeur vertical.

Sans perle		Avec perle	
CH ₄ en %	Hauteur de l'aurole en mm	CH ₄ en %	Hauteur de l'aurole en mm
		0,5	15
1,00	5	1,00	17
1,50	8	1,50	21
2,00	11	2,00	25
2,50	13	2,50	29
3,00	16	3,00	35
3,50	19	3,50	42
4,00	28	4,00	53

Lampe IV.

TABLEAU 23
Rallumeur vertical.

Sans perle		Avec perle	
CH ₄ en %	Hauteur de l'aurole en mm	CH ₄ en %	Hauteur de l'aurole en mm
		0,5	15
1,00	6	1,00	18
1,50	8	1,50	20
2,00	11	2,00	24
2,50	13	2,50	26
3,00	15	3,00	30
3,50	20	3,50	34
4,00	25	4,00	43

Conclusions.

A condition de suivre scrupuleusement les recommandations pour le placement de la perle de sel de von Rosen dans la mèche de la lampe, c'est-à-dire de l'enfoncer bien au centre et à la bonne hauteur, la détection du grisou est beaucoup plus facile.

L'aurole est plus grande et plus visible. Elle se distingue, en effet, à plusieurs mètres. De plus, elle est déjà nette à 0,5 % de CH₄.

Il faut cependant noter que la lampe à flamme, même munie de la perle de sel, reste toujours un simple indicateur.

IV. — MATERIEL DE MINAGE

1. EXPLOSEURS

a) Exploseurs modifiés.

Deux exploseurs de marques différentes, agréés antérieurement et modifiés par la firme S.E.R.T.R.A. pour répondre à la nouvelle condition de durée du lancer du courant (4 ms), ont été présentés pour être agréés suivant les nouvelles prescriptions fixées par la circulaire du Directeur Général des Mines du 26 avril 1958, prise en application de l'article 5 de l'arrêté royal du 12 septembre 1955 sur l'emploi des explosifs.

Chaque appareil a été contrôlé à l'oscillographe à houpes, au point de vue de la puissance et de la durée de l'impulsion de courant. Celle-ci est toujours comprise entre 2,5 et 4 ms.

Nous donnons ci-après la désignation des deux exploseurs avec la résistance la plus forte sur laquelle ils donnent l'intensité requise de 1,25 A.

1) Exploseur Siemens A/20, à main.

Résistance : 100 ohms.

2) Exploseur E. Brün, type Z.E.B./A 80, à crémail-
lère (fig. 27).

Résistance : 250 ohms.



Fig. 27.

On nous avait signalé que certains exploseurs du type à crémaillère pouvaient être manœuvrés sans la clef spéciale.

En effet, les deux ergots existants sur la tige de manœuvre permettaient, avec un quelconque fil de fer, de remonter cette tige et d'actionner ensuite l'explosif.

Après étude, nous avons proposé une modification portant sur l'immobilisation de la crémaillère. Celle-ci est maintenant retenue, dans sa position enfoncée, par un ergot qui ne peut être effacé qu'au moyen de la clef de manœuvre. Il faut nécessairement posséder cette dernière pour pouvoir utiliser l'explosif.

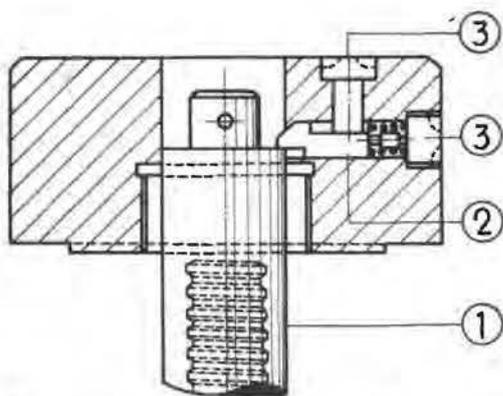


Fig. 28. — Dispositif d'immobilisation de la crémaillère : 1. crémaillère — 2. verrou — 3. vis spéciale.

La figure 28 montre le détail de cette modification apportée à l'explosif Z.E.B./A 80.

Ces modifications concernant la durée du lancer du courant et l'immobilisation de la crémaillère, ont été autorisées par avenants aux agréments primitifs.

b) Explosifs nouveaux.

Quatre nouveaux explosifs ont été présentés à l'agrément. Ils ont subi les essais à l'oscillographe à boucles, au point de vue de la puissance et de la durée de l'impulsion de courant.

Ils ont donné des résultats suffisants.

De plus, ils ont été soumis aux épreuves destinées à vérifier le caractère antigrisouteux de leur enveloppe en métal léger. Pour cela, on a provoqué des inflammations de mélange grisouteux à l'intérieur de ces enveloppes, celles-ci se trouvant elles-mêmes dans une atmosphère inflammable de grisou et d'air.

Dans aucun des cas, la flamme ne s'est transmise à l'atmosphère extérieure et on n'a constaté aucune déformation des enveloppes.

Voici la nomenclature de ces explosifs, avec la résistance la plus forte, sur laquelle ils donnent l'intensité requise de 1,25 A.

- 1) Explosif Schäffler, type 350, à main :
poids : 2,250 kg.
Résistance : 110 ohms.
- 2) Explosif Schäffler, type 750, à ressort ;
poids : 5,2 kg.
Résistance : 510 ohms.
- 3) Explosif Schäffler, type 770, à ressort ;
poids : 8 kg.
Résistance : 1.010 ohms.
- 4) Explosif S.E.R.T.R.A., type 4-100, à ressort ;
poids : 4 kg.
Résistance : 275 ohms.

Les appareils 1, 2 et 4 ont été agréés. Quant à l'explosif Schäffler type 770, il n'a pu être proposé à l'agrément. Il donne, en effet, une tension à vide de l'ordre de 1.500 V, normalement trop élevée pour être appliquée à nos lignes de tir. De plus, son utilité pour les travaux du fond n'apparaît pas actuellement.

A la suite de modifications apportées à la partie électrique, le constructeur de l'explosif S.E.R.T.R.A. type 4-100, agréé en août 1960 sous le n° 4/60/B/325, a augmenté considérablement la puissance de cet appareil. Celui-ci donne à présent l'intensité requise de 1,25 A sur une résistance de 375 ohms. Cette modification a fait l'objet d'un avenant à l'agrément primitif.

2. OHMMETRES

Nous avons procédé également aux essais d'agrément de deux ohmmètres des types Dréom et Dréomin fabriqués par la firme Schäffler à Vienne.

a) Type Dréom (fig. 29).

Il s'agit d'un appareil à pile comportant un instrument à cadre mobile et trois résistances contenus

dans un boîtier en bakélite à parois épaisses de forme cylindrique.



Fig. 29.

Ce boîtier porte deux bornes, un bouton-poussoir permettant de court-circuiter les bornes et un bouton moleté servant à régler le zéro, c'est-à-dire à compenser une baisse éventuelle de la tension de la pile. L'échelle est graduée de 0 à 10.000 ohms. La source de courant (pile de 1,5 V) se trouve dans un compartiment séparé. Elle est accessible en dévissant le fond du boîtier à l'aide d'une clef spéciale.

b) Type Dréomin (fig. 30).

Celui-ci diffère du précédent par quelques points. Il est protégé par une double enveloppe : l'une intérieure est en bakélite, l'autre extérieure est métallique. Le bouton moleté de réglage du zéro est disposé latéralement.

Ni l'un ni l'autre ne sont munis d'un dispositif extérieur de réglage de la position d'équilibre de l'aiguille (position infini).



Fig. 30.

Les indications de ces instruments ont été vérifiées sur résistances étalons. Elles sont d'une exactitude suffisante.

Le courant débité en court-circuit est de 2,5 mA, pour les deux appareils. Cette intensité est trop faible pour faire sauter un détonateur. De plus, les étincelles de rupture du circuit de mesure n'allument pas les mélanges de gaz d'éclairage et d'air. Ce fait a été vérifié par la méthode utilisée pour les appareils électriques de sécurité intrinsèque.

3) LIGNES DE TIR

Les lignes de tir utilisées dans les mines doivent, à partir du 1^{er} janvier 1961, répondre aux conditions stipulées dans la circulaire n° 121 du Directeur Général des Mines datée du 23 mars 1960, prise en application de l'article 6 de l'arrêté royal du 12 septembre 1955 sur l'emploi des explosifs.

A. Lignes volantes.

a) L'épaisseur de l'enveloppe isolante de chaque conducteur est de 1 mm au minimum.

Lorsqu'une ligne volante est constituée par deux conducteurs accolés, la distance entre les âmes des deux conducteurs est de 4 mm. Les lignes constituées par des conducteurs torsadés sont interdites.

b) *Rigidité diélectrique de l'isolant.*

Un échantillon de conducteur comportant 10 spires de 10 cm de diamètre, avec des extrémités libres d'au moins 20 cm de longueur connectées entre elles, séjourne en milieu humide saturé pendant 14 jours à la température de 15 à 20° C, puis est immergé pendant 24 heures dans l'eau chauffée à 40 - 45° C, la connexion restant hors de l'eau.

Ensuite, l'échantillon est plongé dans une saumure saturée à 40 - 45° C et une tension continue de 1.000 V est appliquée durant 30 secondes entre les extrémités connectées de l'échantillon d'une part, et une électrode plongée dans la saumure, d'autre part. L'intensité du courant ne peut à aucun moment dépasser 0,1 mA.

En pratique, ces échantillons sont enfermés pendant 14 jours, dans une cuve d'exsiccateur contenant une certaine quantité d'eau, au lieu d'un produit déshydratant, et maintenue à la température du laboratoire.

Ils sont ensuite immergés dans un bac d'eau où un thermostat entretient une circulation active et maintient la température à 40 - 45° C.

Puis, ils sont plongés un par un dans un bac de saumure saturée, placé dans une étuve maintenue à la température de 40 - 45° C. Là, chaque échantillon est soumis à une tension continue de 1.000 V, dans une installation représentée à la figure 31. L'intensité du courant passant de l'électrode plongeant dans la saumure, à l'âme de l'échantillon à

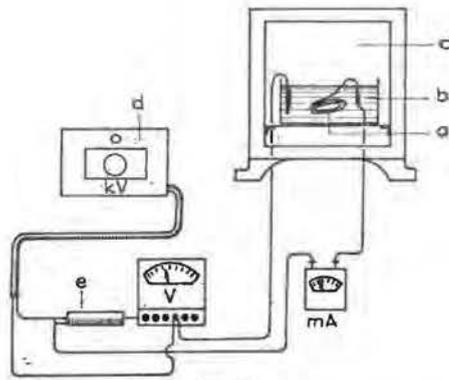


Fig. 31.

a = échantillon
b = cuve à eau
c = étuve à 45° C
d = redresseur
e = résistance additionnelle

l'essai en traversant l'isolant, est mesurée au moyen du milliampèremètre M.A.

Sur tous les échantillons essayés jusqu'à présent, cette intensité est nulle; on constate simplement une très légère impulsion, inférieure à 0,1 mA au moment de l'application de la tension.

c) Résistance à l'abrasion de la gaine isolante.

Un échantillon de conducteur de 1 m de longueur est chargé d'un poids de 4 kg et subit cinq tractions, dans les deux sens, sur un cylindre de 10 cm de diamètre recouvert d'une toile émeri n° 1 neuve, la ligne de contact entre le cylindre et le conducteur étant égale à un quart de cercle. Les tractions successives sont effectuées sur des plages différentes de la toile émeri.

L'essai est répété sur 10 échantillons prélevés au hasard. Il ne doit y avoir ni rupture ni mise à nu de l'âme.

d) Résistance thermique de l'isolant.

L'échantillon de conducteur de 20 cm de longueur, suspendu dans une étuve chauffée à 50° C sur une broche horizontale de 30 mm de diamètre et chargé à chaque extrémité d'un poids de 0,5 kg, durant 48 heures, ne doit pas perdre plus de 50 % de l'épaisseur de sa gaine isolante sur la ligne de contact avec la broche.

L'essai porte sur 10 échantillons différents de conducteur. On mesure le diamètre extérieur du conducteur à l'aide d'un micromètre avant l'essai et après l'essai.

e) Résistance mécanique.

Un échantillon de conducteur de 1 m de longueur doit supporter, sans se rompre, une charge de 20 kg pendant 5 min.

L'essai est répété sur 10 échantillons distincts prélevés au hasard.

Pour les lignes volantes à conducteurs accolés, l'essai peut être fait sur un tronçon de ligne de même longueur, mais la charge est alors portée à 40 kg.

L'appareil d'essai à la traction est représenté à la figure 32.

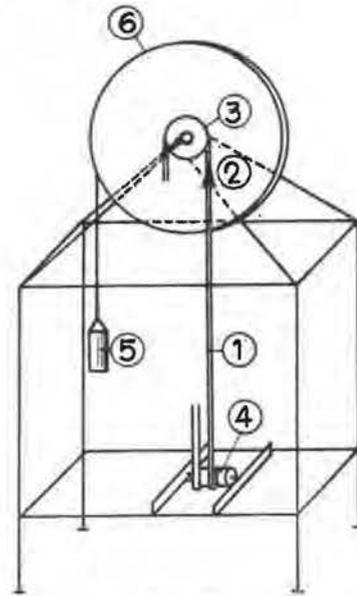


Fig. 32.

1 = échantillon de conduc-
teur
2 = mandrin de serrage
3 = pignon
4 = tambour
5 = poids
6 = poulie.

L'échantillon de conducteur (1) est serré par son extrémité supérieure dans un mandrin (2) fixé à une chaîne Galle passant sur un pignon (3). Son extrémité inférieure est fixée à un tambour (4), muni d'un levier à racagnac servant à la reprise de l'allongement éventuel.

La traction de 20 ou de 40 kg est exercée au moyen d'un ou de deux poids (5) déterminés, suspendus à un fil placé et attaché dans la jante d'une poulie (6) solidaire du pignon. Cette traction est ainsi constante pendant toute la durée de l'essai.

L'échantillon ne doit pas se rompre sous cet effort.

f) Un échantillon de conducteur de 0,50 m de longueur, chargé d'un poids de 1 kg, est enroulé en spires serrées sur une barre cylindrique de 10 mm de diamètre, puis déroulé. L'essai est répété sur 10 échantillons distincts prélevés au hasard.

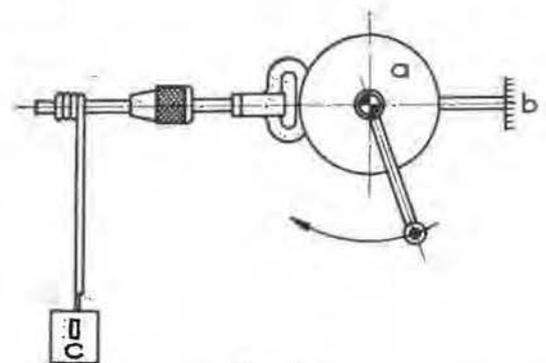


Fig. 33.

a = vilebrequin b = point fixe c = poids de 1 kg.

En aucun cas, il ne peut y avoir rupture de l'âme ni fissuration de la gaine isolante et, une fois déroulé, aucun échantillon ne peut conserver de déformation notable.

La barre d'enroulement est fixée dans le mandrin d'un vilebrequin (fig. 33).

g) Propagation de la flamme.

Un échantillon de conducteur de 50 cm de longueur est maintenu dans la flamme d'un bec Bunsen, dans les conditions suivantes.

Le brûleur a 9 mm d'ouverture et est alimenté en gaz de ville. La flamme est réglée en air calme de façon qu'elle ait une longueur de 10 cm et son dard une longueur de 5 cm. Le brûleur est placé verticalement et est pourvu d'un système de mise en veilleuse. L'échantillon est placé horizontalement à 3 cm au-dessus du sommet du dard. Cinq fois de suite et en son milieu, il est exposé à la flamme pendant un laps de temps de 15 s, suivi d'une mise en veilleuse de même durée.

A l'issue de l'essai, lorsque toute combustion est terminée, l'échantillon ne peut être brûlé ni consumé entièrement.

B. Lignes fixes.

Lorsque la ligne de tir est constituée par deux conducteurs séparés, chacun des deux conducteurs satisfait aux prescriptions relatives aux lignes volantes.

Lorsque les conducteurs de la ligne de tir ne sont pas séparés, ils sont câblés. Si ce câble ne comporte pas d'armure en acier, la gaine de protection a un diamètre extérieur minimum de 15 mm et est constituée par une matière synthétique souple et de bonne qualité. Elle satisfait, en outre, à la prescription g) relative aux lignes volantes.

Dans les puits et galeries inclinées à plus de 45°, les câbles sont protégés par une armure en fils d'acier.

Essais exécutés à l'I.N.M.

Onze lignes de tir de types et de marques différents ont été présentées à l'Institut : huit d'entre elles répondant aux prescriptions ci-dessus ont été agréées.

On en trouvera la nomenclature dans le tableau annexe relatif aux agréments.

V. — PROPAGANDE POUR LA SECURITE DU MINAGE

L'arrêté ministériel du 26 juin 1959, relatif au certificat de capacité de l'agent chargé de l'utilisation des explosifs dans les travaux souterrains des mines, prévoit que les bouteux doivent avoir assisté à une séance d'expériences à l'I.N.M.

Soixante-trois visites éducatives ont été organisées à cet effet, au cours de l'année 1960. C'est ainsi que 2.364 personnes ont défilé à l'I.N.M. où des expériences caractéristiques ont été faites à leur intention.

Depuis l'entrée en vigueur de l'arrêté précité, le nombre total des participants, venus par groupes d'une trentaine, est de 5.489. Outre les bouteux,

de nombreux autres visiteurs ont également été reçus, parmi lesquels, notamment, des groupes de spécialistes venus de stations d'essais étrangères, des professeurs des hautes écoles, des ingénieurs, des étudiants, etc.

Ces multiples rencontres sont fructueuses, tant pour les visiteurs que pour l'I.N.M.

C'est ainsi qu'est apparue la nécessité de revoir le manuel « Un mot aux bouteux » dont l'édition remonte à plus de 25 ans.

Le texte d'un nouveau vade-mecum à l'usage de ces spécialistes, intitulé « L'I.N.M. et le bouteux », a paru dans le numéro de juin des « Annales des Mines de Belgique ».

VI. — LOCOMOTIVES ELECTRIQUES A ACCUMULATEURS POUR LES MINES

Batterie Tudor.

Les essais de cette batterie, composée de 40 éléments au plomb d'une capacité de 800 Ah en 5 heures et enfermée dans un coffret antigrisouteux, ont été décrits dans le rapport des travaux de 1959.

Ils ont montré que, lorsque le coffret est ouvert pour la charge et fermé seulement une heure après celle-ci, les gaz électrolytiques, dégagés par les accumulateurs, se répandent dans l'espace libre du coffret, mais le maximum des teneurs en hydrogène et en oxygène ne dépasse pas 2 %. Il doit être bien

entendu que l'oxygène considéré ici, comme dans tout le cours de cette note, est celui qui provient des éléments et qui se présente donc en excès par rapport à l'air. Ces résultats sont dus principalement aux empilages dont le coffret est pourvu et qui favorisent les échanges entre l'intérieur du coffret et l'extérieur.

Le couvercle du coffret porte, en effet, suivant ses côtés longitudinaux, 28 empilages disposés en deux étages de 14. Chacun d'entre eux est formé de 162 lamelles métalliques de 1 mm d'épaisseur, 63 mm de hauteur et 50 mm de largeur, maintenues

à l'écartement de 0,4 mm par des bossages obtenus par emboutissage.

L'étude de cette batterie a été poursuivie par trois séries d'épreuves visant le comportement de ces empilages, vis-à-vis des mélanges gazeux complexes d'air, d'hydrogène, d'oxygène et de méthane.

Pour ces épreuves, la batterie a été enlevée du coffret et remplacée par des blocs de bois noyés dans du sable, de façon à conserver le même espace libre en dessous du couvercle.

Le coffret est placé dans une cuve où l'on entretient une atmosphère grisouteuse inflammable d'une teneur en méthane de 8 à 9 %.

Dans l'espace libre du coffret, est installée une rampe à gaz par laquelle on injecte un mélange gazeux réalisé dans l'installation déjà décrite au rapport de 1959 et ayant servi aux essais d'empilages de locomotives diesels.

Cette installation comporte un surpresseur aspirant l'air atmosphérique par une tuyauterie portant des tubulures par lesquelles sont injectés les différents gaz, à partir de bonbonnes munies de détendeurs. Les débits de ces gaz sont mesurés au moyen de débitmètres à flotteur. Celui de l'air peut être réglé au moyen d'une vanne placée sur le by-pass du surpresseur ; il est jaugé au moyen d'un débitmètre à diaphragme.

Cette méthode permet de réaliser, a priori, des mélanges dont les différents constituants se révèlent à l'analyse en proportions très voisines de celles prévues. De plus, il suffit d'une seule analyse pour une série d'essais réalisés dans les mêmes conditions. En effet, quand on maintient chaque débitmètre à son repère, le mélange reste constant.

Le mélange ainsi réalisé et introduit dans l'espace libre du coffret contient les différents gaz qui peuvent normalement s'y trouver, c'est-à-dire de l'air, de l'hydrogène, de l'oxygène et du méthane.

En pratique, l'hydrogène et l'oxygène sont dégagés par les accumulateurs et se mélangent à l'air préexistant dans le coffret ou entrant par les empilages. L'air entrant peut amener du grisou et les empilages, qui ont pour but d'évacuer l'hydrogène à l'extérieur et de maintenir sa teneur dans le coffret en dessous de la limite inférieure d'inflammabilité, peuvent avoir pour effet de rendre l'atmosphère inflammable dans le coffret en y introduisant de l'air grisouteux.

En cas d'inflammation d'un tel mélange, les empilages doivent empêcher la flamme de sortir du coffret.

Les trois séries d'essais réalisés ont eu pour but de déterminer le coefficient de sécurité des empila-

ges vis-à-vis de telles inflammations. Elles ont porté sur des mélanges gazeux dont l'excès d'oxygène était respectivement de 0 %, 5,40 % et 9,25 % de méthane.

Dans chaque série, tout en maintenant constante la teneur en oxygène, on a choisi plusieurs teneurs en méthane et pour chacune d'elles, on a déterminé, en faisant varier la composition en hydrogène, la limite entre les mélanges dont la flamme est arrêtée par les empilages et ceux dont la flamme traverse les empilages.

Les données et les résultats des trois séries d'essais sont indiqués respectivement aux tableaux 24, 25 et 26.

A remarquer que, dans chaque groupe d'épreuves où l'on n'a pas obtenu de traversée de flamme, il y a eu au moins 5 essais effectués dans les mêmes conditions.

Les résultats sont donnés par une fraction dont le numérateur exprime le nombre de traversées et le dénominateur, le nombre d'essais.

A chaque groupe, on a prélevé un échantillon du mélange intérieur et on l'a analysé par fractionnement à basse température. Ce sont les résultats de cette analyse qui sont donnés aux tableaux ; le complément à 100, non indiqué, est constitué par de l'air.

Les tableaux 24, 25 et 26 sont illustrés respectivement par les diagrammes 13, 14 et 15 des figures 34, 35 et 36, où l'on a porté l'hydrogène en ordonnées et le méthane en abscisses.

TABLEAU 24

Mélanges sans excès d'oxygène.

N° du groupe d'essais	Teneur en mélange			Résultats
	en O ₂	en H ₂	en CH ₄	
1	0	5,90	7,47	0/5
2	0	8,68	7,62	0/5
3	0	11,17	7,38	0/5
4	0	14,56	7,47	0/5
5	0	14,51	5,41	5/7
6	0	8	5,15	5/18
7 (*)	0	5,34	5,16	—
8	0	6,86	5,22	0/10
9	0	10,25	2,84	2/2
10	0	8,16	6,16	0/5
11	0	8,18	0	0/5
12	0	11,05	0	0/5
15	0	10,76	6,51	0/5

(*) Mélange non inflammable par le dispositif d'allumage utilisé (étincelle de bougie de moteur à explosion).

TABLEAU 25

Mélange contenant en moyenne 5,40 % d'oxygène en excès.

N° du groupe d'essais	Teneur en mélange			Résultats
	en O ₂	en H ₂	en CH ₄	
14	5,80	8,30	—	0/5
15	5,24	9,85	—	3/3
16	5,15	7,62	3,02	2/2
17	5,63	8,51	6,54	2/2
18	5,46	6,70	6,15	4/4
19	5,32	8,29	8,03	2/2
20	5,29	6,57	3,25	0/5
21	5,38	5,56	6,22	2/2
22	5,53	2,07	6,19	0/5
23	5,07	2,01	7,92	0/5
24	5,53	5,46	7,77	3/5
25	5,56	5,75	10,02	0/5
26	5,30	6,76	9,83	0/5
27	5,49	8,53	10,35	2/5

TABLEAU 26

Mélange contenant en moyenne 9,25 % d'oxygène en excès.

N° du groupe d'essais	Teneur en mélange			Résultats
	en O ₂	en H ₂	en CH ₄	
28	9,42	5,89	6,21	2/2
29	9,22	4,66	6,17	2/5
30	9,05	3,38	6,04	0/5
31	9,14	3,32	9,26	3/3
32	9,18	—	9,10	0/5
33	9,63	1,75	9,40	0/5
34	9,48	5,88	3,20	0/5
35	9,37	7,21	3,06	0/5
36	9,33	8,92	3,27	2/2
37	9,53	8,83	—	0/5
38	9,09	11,62	—	2/3
39	9,06	3,63	10,01	1/1
40	8,96	1,70	10,52	0/5
41	8,81	3,26	11,81	0/5
42	9,20	4,55	12,30	0/5
43	9,45	6,00	12,28	0/5

En comparant les trois diagrammes, on remarque que le domaine des mélanges pour lesquels on obtient la traversée de la flamme, se présente en forme de cloche renversée. Le minimum de cette courbe $H_2 = f(CH_4)$ se rapproche de l'axe des abscisses et s'écarte de l'axe des ordonnées quand on augmente la teneur en oxygène.

Sur la figure 35 (diagramme 14), on a tracé par interpolation la courbe correspondant à une teneur en oxygène de 2 % (courbe en traits interrompus), c'est-à-dire à la plus forte teneur trouvée dans le coffret.

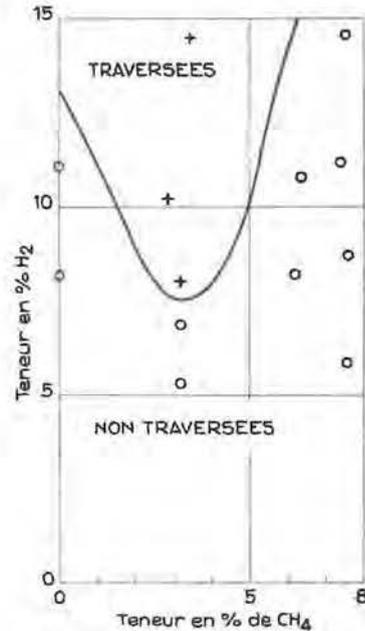


Fig. 34. — Diagramme 13 : Pas d'oxygène en excès.

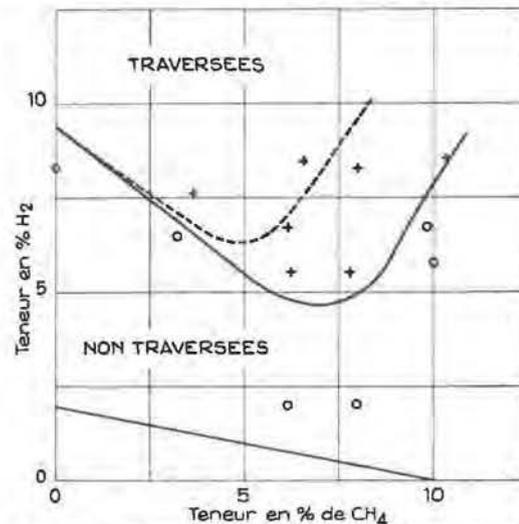


Fig. 35. — Diagramme 14 : 5,4 % d'O₂ en excès.

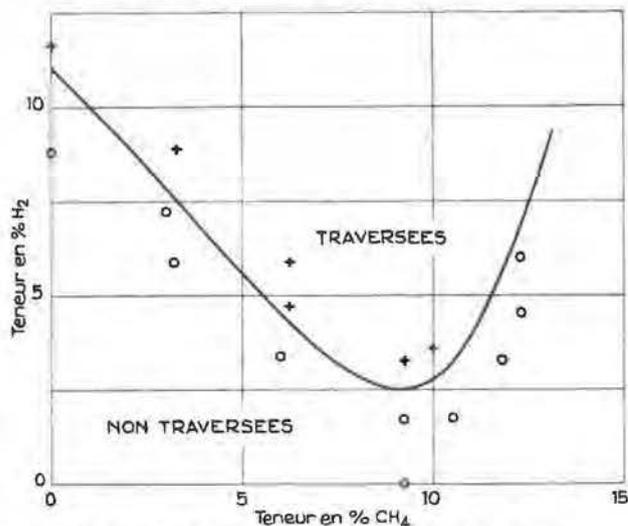


Fig. 36. — Diagramme 15 : 9,25 % d'O₂ en excès.

On a également tracé, sur la même figure, la droite joignant 2 % de H₂ à 10 % CH₄. Cette droite représente tous les mélanges possibles dans un coffret contenant 2 % de H₂ et pénétrant dans une atmosphère à 10 % de CH₄. On voit que cette droite est beaucoup plus basse que la courbe en traits interrompus correspondant à 2 % de O₂ et marquant les teneurs dangereuses pour la batterie étudiée.

Conclusions.

En conséquence, pour le coffret et la batterie considérés, il faut conclure qu'en pratique les empilages

présentent toute la sécurité désirable. D'une part, en atmosphère calme, c'est-à-dire dans un cas beaucoup plus défavorable qu'en pratique, les empilages empêchent les teneurs en hydrogène et en oxygène de s'élever au-dessus de 2 % et, d'autre part, pour une teneur en O₂ de 2 %, ils arrêtent la flamme de mélanges dont la teneur en hydrogène atteint 6 %, c'est-à-dire une valeur beaucoup plus élevée que l'on peut avoir dans le coffret.

La batterie Tudor, de 40 éléments au plomb de l'un des types 9-1-k-100, 8-1-k-100, 8-1-k-80 ou 8-1-k-70, dans son coffret, a fait l'objet de l'arrêté d'agrément n° 4/60/B/282 du 19-7-1960 du Directeur Général des Mines.

VII. — APPAREILS ELECTRIQUES

a) APPAREILS ANTIGRISOUTEUX

Accouplement à courants de Foucault Elcotron N° EN73/3.

Un accouplement à courants de Foucault Elcotron a été présenté à l'agrément. Etant donné l'originalité de cet appareil, nous croyons utile d'en dire quelques mots.

Comme le montre la figure 37, il comporte un stator en acier coulé, réalisé en deux pièces assemblées suivant le plan diamétral horizontal et contenant un enroulement d'excitation parcouru par un courant continu.

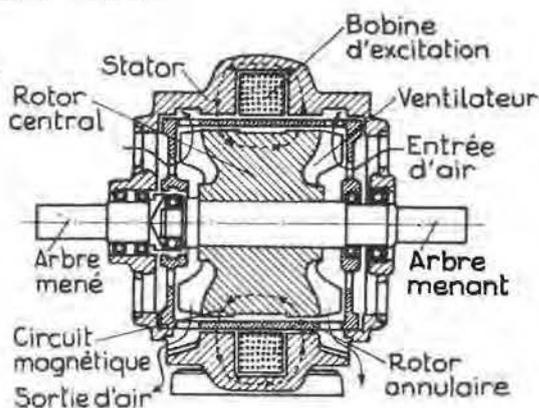


Fig. 37.

A l'intérieur du stator, se trouvent deux rotors coaxiaux. L'un, pourvu d'ailettes radiales de ventilation, est fixé sur l'arbre du moteur et tourne à l'intérieur du second rotor qui, de forme annulaire, l'enveloppe complètement et est solidaire de l'arbre mené. L'intérieur du rotor annulaire est rainuré longitudinalement. Deux flasques à persiennes fixés par vis sur le stator contiennent les paliers à roulement supportant l'une des extrémités de chacun des arbres menant et mené. Les rotors portent eux-mêmes les deux autres roulements fixant la position de ces arbres.

L'accouplement fonctionne suivant le principe suivant : la bobine d'excitation, parcourue par un courant continu, crée un flux magnétique autour d'elle comme indiqué à la figure 37.

Le rotor menant étant mis en rotation, le flux magnétique y varie continuellement du fait de l'existence des rainures transversales dans le rotor annulaire et y fait naître des courants de Foucault. Ceux-ci entraînent le rotor annulaire par ses saillies et l'arbre récepteur est soumis à un couple moteur.

L'importance de ce couple peut être modifiée par variation du courant de la bobine d'excitation. Elle augmente d'ailleurs en même temps que le glissement. Le couple de démarrage peut donc être très puissant puisqu'à ce moment le glissement est maximum.

Les courants de Foucault échauffent particulièrement le rotor moteur. Celui-ci est refroidi par des ailettes radiales qui créent un courant ventilateur important.

L'appareil Elcotron présenté était prévu pour transmettre un couple de 40 kgm à la vitesse d'entrée de 1.450 tr/min, avec un glissement de 150 tr/min et une excitation de 2,65 A sous 165 V.

Le logement de la bobine est de réalisation anti-grisouteuse, de même que l'entrée de câble et la boîte à bornes. Celle-ci contient un micro-interrupteur commandé par un thermostat placé dans le courant ventilateur. Lorsque la température de l'air de ventilation atteint une certaine valeur à sa sortie de l'appareil, le thermostat actionne le micro-interrupteur. Celui-ci coupe le courant dans l'enroulement du relais placé dans le circuit d'excitation et la bobine statorique n'est plus alimentée.

Le thermostat est constitué par un soufflet métallique qui commence à se dilater pour une température de l'ordre de 62° C. C'est un élément à tension de vapeur. A la température ordinaire, il est en dépression de telle sorte qu'il se dilate en cas de per-

cement comme il se dilate pour des températures supérieures à 62° C et a donc pour effet, dans le premier cas, de pousser sur le bouton de l'interrupteur, coupant ainsi le courant d'excitation, comme dans le deuxième cas lorsque la température atteint 69° C.

Le soufflet est placé à la sortie d'une partie de l'air de refroidissement. Il est protégé mécaniquement par un capot en fonte.

L'appareil a été soumis à des essais visant à déterminer sa sécurité vis-à-vis d'un échauffement exagéré.

Il a été accouplé, pour cela, par courroie à un moteur électrique. L'arbre récepteur a été calé au moyen d'un levier reposant sur le plateau d'une bascule par l'intermédiaire d'un rouleau, ce qui permettait de déterminer la puissance perdue en chaleur dans l'accouplement.

La bobine d'excitation a été alimentée en courant continu à une intensité réglable.

On a mesuré la puissance prise par le moteur par la méthode des deux wattmètres. On a relevé la température au thermostat au moyen d'un thermomètre à mercure et celle du rotor immobilisé au moyen de crayons fondants.

De l'essai le plus sévère, il résulte qu'il a fallu 20 kW au moteur pendant une heure, ce qui correspondait à 16 kW dépensés en chaleur dans l'accouplement, pour porter la température au thermostat à 65° C, valeur proche de celle de déclenchement. A ce moment, la température du rotor immobilisé n'atteignait pas 100° C.

Etant donné que le couple normal de 40 kgm, développé pour un glissement de 150 tr/min, correspond à une puissance transmise de 55 kW environ et une perte par courants de Foucault dans les rotors de l'ordre de 6 kW, on conclut que, pour une perte dans les rotors égale à plus de trois fois la perte normale, il faut environ une heure pour que le thermostat intervienne et qu'à ce moment la température des rotors est inférieure à 100° C, c'est-à-dire encore très éloignée de 165° C, limite admise pour les atmosphères grisouteuses.

La machine présente donc une bonne sécurité en cas de glissement exagéré pouvant même dépasser 30 %.

Les essais ont aussi démontré que le thermostat coupe le contact du micro-interrupteur quand le thermomètre à mercure, placé à son contact, marque 69° C et le rétablit lorsque ce même thermomètre indique 62° C.

Du fait de la présence du thermostat, la température des rotors ne peut donc atteindre la limite de 165° C fixée pour les appareils électriques antigrisouteux.

Il convient cependant que la sécurité contre un échauffement exagéré ne repose pas uniquement sur un tel dispositif.

En considérant le fait qu'en cas de blocage de l'arbre mené la puissance dépensée dans l'appareil pour une excitation normale atteindrait 3 à 4 fois la puissance normalement demandée au moteur, on voit qu'il est possible d'obtenir une deuxième sécurité constituée par le dispositif de protection du moteur. Celui-ci devra donc être commandé par un disjoncteur réglé pour intervenir dans le cas où un glissement exagéré porterait l'air de ventilation à la température de fonctionnement du thermostat.

C'est, sous ces deux conditions, de l'existence d'un thermostat intervenant à la température d'environ 70° C et de celle d'un disjoncteur de protection du moteur réglé suivant le critère établi ci-dessus, que l'accouplement Elcotron type EN 73/5 a été agréé par arrêté n° 4/60/B/246 du 29-6-1960 du Directeur Général des Mines.

b) APPAREILS ET CIRCUITS ELECTRIQUES DE SECURITE INTRINSEQUE

1) Détecteur de bruits DAC 6 Balteau.

Le détecteur de bruits DAC 6 Balteau est destiné à l'écoute des bruits transmis à travers les terrains.

Il se compose d'un ou deux microphones, d'un boîtier renfermant un amplificateur à transistors et d'un casque téléphonique.

L'amplificateur est alimenté par une batterie de 6 piles de 1,5 V et de 33 mm de diamètre. Il est suspendu au panneau supérieur du boîtier métallique, de forme parallélépipédique, dans lequel il est enfermé. Ce panneau est fixé par des vis à tête spéciale interdisant l'accès aux piles.

L'appareil est représenté à la figure 38 dans sa valise. Les deux microphones spéciaux sont en position d'écoute à gauche de la figure. Le casque téléphonique se trouve à l'avant-plan et, à droite, est installé un plateau détecteur électromagnétique dont l'usage n'est pas prévu dans les travaux du fond.

L'appareil a été soumis aux essais suivants tendant à vérifier la sécurité intrinsèque des circuits les plus dangereux.

Un rupteur à lames, l'une en zinc et l'autre en laiton, a été connecté en série dans les circuits microphoniques, téléphonique et d'alimentation ainsi qu'en parallèle sur un microphone, sur le téléphone et sur la batterie d'alimentation.

Dans chacune des dispositions, on a provoqué au moins 250 ruptures en mélange de gaz d'éclairage et d'air à 20 % environ de gaz d'éclairage. On n'a obtenu aucune inflammation.

Le détecteur de bruits DAC 6 Balteau (fig. 38) a été agréé par décision 4/60/B/394 du 17-10-60 du Directeur Général des Mines.



Fig. 38.

2) Contrôleur d'isolement d'EW4 Funke et Huster à circuit de contrôle de sécurité intrinsèque.

Le contrôleur d'isolement d'EW4 Funke et Huster est destiné à la mesure de l'isolement par rapport à la terre, d'un réseau alternatif mono ou triphasé dont la tension peut atteindre 500 V. Il donne l'alarme quand l'isolement descend en dessous d'une valeur déterminée. Il provoque le déclenchement quand cet isolement tombe sous une seconde valeur considérée comme dangereuse. Ces deux valeurs peuvent être choisies entre 10.000 ohms et 700.000 ohms par le réglage de deux rhéostats séparés pour l'alarme et le déclenchement.

Il s'agit d'un appareil électronique, alimenté à partir d'un point du réseau situé à l'amont du contacteur-disjoncteur qui lui est asservi.

L'appareil comporte un transformateur à 3 secondaires. L'un de ceux-ci fournit la tension d'anode à deux thyatronns en parallèle, à travers l'enroulement, soit du relais d'alarme, soit du relais de déclenchement. Il alimente également un redresseur en pont qui fournit la tension continue de mesure de 200 V.

Le deuxième secondaire donne une tension alternative de 19 V qui, redressée et filtrée, polarise les grilles de commande des tubes thyatronns.

Le troisième fournit le courant de chauffage de la cathode de ces tubes.

Le circuit de mesure, alimenté par la tension continue de 200 V, contient un ohmmètre, deux résistances, chacune d'elles intercalée dans le circuit de polarisation de l'une des grilles de commande des thyatronns et l'intervalle phases-terre dont il faut mesurer l'isolement d'une manière continue.

Aux bornes de chacune des résistances ci-dessus, apparaît une tension fonction du réglage et de la valeur de l'isolement du réseau. Cette tension détermine la polarisation de la grille de commande correspondante, ce qui provoque l'extinction de l'un des thyatronns ou des deux, suivant que l'isolement devient alarmant ou nettement insuffisant.

Pour contrôler le bon fonctionnement de l'appareil, il suffit de placer l'interrupteur principal sur la position « Prüf ». Le circuit de mesure est ainsi raccordé aux bornes d'une résistance d'essai et l'aiguille de l'ohmmètre doit se placer sur le repère rouge inscrit au cadran. Cette opération ne provoque ni le déclenchement du réseau ni l'alarme.

Les tubes thyatronns sont normalement conducteurs et les relais excités. Ainsi une coupure éventuelle dans ces circuits provoque l'alarme ou le déclenchement.

La tension de mesure se répartissant sur toutes les phases, c'est bien l'isolement du réseau que l'appareil surveille en permanence.

Cette tension de mesure de 200 V peut débiter 4 mA en court-circuit. Elle est de sécurité intrinsèque, c'est-à-dire que les étincelles de rupture du circuit de mesure fermé sur une résistance d'isolement pratiquement nulle n'allument pas les mélanges de gaz d'éclairage et d'air, ainsi que l'ont montré 500 ruptures consécutives provoquées lors des essais d'agrégation.

Le passage du courant de mesure par un défaut subsiste après déclenchement du disjoncteur ; il empêche tout réenclenchement et ne présente par lui-même aucun danger vis-à-vis du grisou.

L'appareil lui-même est enfermé dans un coffret antigrisouteux, avec regard permettant la lecture de la valeur de l'isolement sur le cadran de l'ohmmètre.

Des précautions de construction ont été prises pour qu'en cas de défaut au transformateur ou aux tubes, la haute tension continue ou alternative ne

puisse être appliquée directement au circuit de mesure.

En conclusion, le contrôleur d'isolement par rapport à la terre, type dEW4 de la firme Funke et Huster, a été proposé pour agrégation à la Direction Générale des Mines.

VIII. — PREVENTION DES INCENDIES

1) COURROIES TRANSPORTEUSES

Comme suite aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 8 juillet 1958, nous avons, en 1960, essayé 21 courroies, dont 12 au P.V.C. et 9 au néoprène.

3 courroies au P.V.C. et 3 au néoprène ont été agréées. Ces courroies sont mentionnées dans l'annexe au présent rapport qui donne la liste des appareils électriques et divers agréés.

A la lumière de l'expérience acquise tant en Belgique qu'à l'étranger, nous avons continué l'étude des courroies ininflammables, en vue de revoir éventuellement les prescriptions de 1958.

A cette fin, nous avons essayé de serrer la réalité d'aussi près que possible. Pour que l'emploi de courroies transporteuses ne présente pas de danger, il faut :

1) que la courroie ne soit pas un agent de propagation d'un incendie provoqué par une autre cause, c'est-à-dire qu'une courroie, installée dans une galerie ou une taille où sévirait un incendie, ne doit pas accélérer la propagation de celui-ci : elle peut évidemment brûler, comme le reste, mais à l'endroit de l'incendie seulement ;

2) que la courroie ne puisse être la cause d'un incendie, c'est-à-dire que le fonctionnement de la courroie ne peut donner naissance à un incendie.

Pour répondre à la première condition, il est nécessaire de soumettre un échantillon de courroie à l'action d'une flamme, c'est ce qu'on appelle l'*essai d'inflammabilité*.

Pour savoir comment satisfaire à la seconde condition, il faut considérer que c'est à la tête motrice, où la courroie peut patiner, que réside le plus grand danger d'incendie et que celui-ci résulte non seulement de la courroie mais également du tambour-moteur. Pour apprécier ce danger, il faut un essai de friction que l'on dénomme *essai au tambour*.

Tambour moteur.

Nous avons en effet constaté que, lorsque la courroie patine, le tambour peut atteindre des températures allant jusqu'à 300° C et plus. Si le tambour est en contact avec la poussière de charbon, celle-ci devient incandescente dès que la température du tambour atteint environ 200° C.

La poussière de charbon utilisée avait 30 % de M.V. et passait entièrement au tamis de 6.400 mailles au cm².

Il n'est pas possible de fabriquer des courroies convenables qui, lors du patinage, n'échauffent pas le tambour à une température supérieure à 200° C car, pour qu'il en soit ainsi, leur adhérence devrait être réduite à une valeur inacceptable en pratique. Il faut donc admettre que la température du tambour peut aller jusqu'à 300° C au moins et que, dès lors, en cas de patinage de la courroie, la seule façon d'obvier au danger qui en résulte, est de disposer d'un moyen d'éviter le patinage ou de refroidir suffisamment la tête motrice si le patinage peut se produire.

Courroie.

Nous avons également constaté qu'au contact ou non avec des poussières de charbon, la courroie peut, par patinage, donner lieu à des flammes ou à de l'incandescence si sa composition n'est pas idoine. Ces flammes peuvent provoquer des explosions de grisou ou des incendies, tandis que les particules incandescentes se détachant de la courroie peuvent tomber sur du charbon fin et le rendre incandescent à son tour.

S'il n'existe donc pas un moyen efficace d'éviter le « patinage » ou d'en neutraliser les effets, comme dit plus haut, la composition de la courroie doit être telle que, par frottement, cette courroie ne puisse s'enflammer ou devenir incandescente.

Pour contrôler cette propriété, il faut donc un essai de friction dénommé « *essai au tambour* ».

1) Essai d'inflammabilité.

Au lieu de l'essai sur petites éprouvettes imposé jusqu'à présent, nous nous sommes inspirés de l'essai d'inflammabilité, exécuté en Hollande et qui consiste à exposer aux flammes d'un gros brûleur un bout de courroie industrielle de 2 m de longueur. Les essais sont réalisés dans une galerie de 24 m de longueur et de 1,8 × 1,8 m² de section, dans laquelle un courant d'air de 1,50 m/s est maintenu depuis le début de l'essai jusqu'à extinction des flammes et de l'incandescence de la courroie. On place l'éprouvette de 2 m de longueur sur un tréteau à 0,35 m du sol. Sous les 50 premiers centimètres de l'éprouvette, on glisse un brûleur constitué d'un châssis carré entretoisé, en tubes de 20-25 mm de diamètre et de 45 cm de côté, comme indiqué à la figure 39.



Fig. 39.

Les tubes du brûleur sont percés de 52 ouvertures de 1,5 mm de diamètre, distantes de 5 cm.

Ce brûleur est alimenté au propagaz par l'intermédiaire d'un détendeur et d'un diaphragme de 1,5 mm de façon à maintenir une pression de 3 atm.

Ce brûleur, placé sous les 50 premiers centimètres de la courroie, est allumé. La première exposition de la flamme dure 30 s et la deuxième 9 min 30 s.

On utilise deux éprouvettes de 2 m dont :

a) la première avec son revêtement intact ;

b) la seconde préparée comme suit : deux bandes de revêtement de 5 cm sont enlevées sur la face tournée vers le brûleur, l'une à un bord et l'autre à 15 cm de l'autre bord.

A 15 cm du bord transversal et au centre de la partie recouverte du revêtement, on fait une blessure de 110 mm (fig. 40).

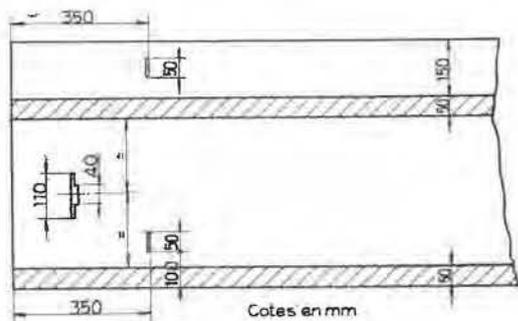


Fig. 40.

A 35 cm du bord transversal et au centre de la partie de 15 cm ayant conservé son revêtement, on fait une coupure de 5 cm, tandis qu'à 15 cm de l'autre bord longitudinal, on fait également et dans le même plan une autre coupure de 5 cm (fig. 41).

On examine le comportement de la courroie de la façon suivante :

1^o) après exposition pendant 30 s, on constate s'il y a des flammes et de l'incandescence ;

2^o) si, après extinction de l'incandescence, il reste un morceau de courroie intact sur toute la largeur de celle-ci.



Fig. 41.

La première constatation permet de s'assurer que la courroie peut passer sur un incendie d'une vingtaine de mètres d'étendue, sans s'enflammer.

La deuxième et la troisième constatations permettent de vérifier que les flammes et l'incandescence, dues à la combustion de la courroie, n'aggravent pas un incendie déjà existant et provoqué par une autre cause.

Les résultats de 30 essais ainsi effectués se résument comme suit :

1^o) dans 5 cas, on a constaté une incandescence locale et de courte durée, après une exposition de 30 s ;

2^o) après 10 minutes d'exposition et retrait du brûleur, on a remarqué dans 16 cas, soit une extinction immédiate des flammes, soit une extinction en un temps inférieur à 60 s ;

3^o) après extinction définitive des flammes et de l'incandescence, on a toujours retrouvé, sauf pour une courroie, un morceau de courroie intact sur toute sa largeur.

Pour les éprouvettes avec revêtement complet, la longueur moyenne de ce morceau intact était de 68 cm, tandis que, pour celles avec revêtement partiellement arraché, la longueur moyenne était de 72 cm.

Jusqu'à présent, nous ne sommes pas parvenus à trouver une relation entre l'essai d'inflammabilité tel que nous venons de le décrire et l'essai d'inflammabilité sur petites éprouvettes exigé par l'arrêté ministériel du 8 juillet 1958, relatif à l'agrément des courroies ininflammables.

2) Essai de friction dit « Essai au tambour ».

Les essais de friction se font sur des éprouvettes de 1.000 × 150 mm, immobilisées aux deux extré-

mités et appliquées suivant un arc de 180° sur un tambour d'acier de 215 mm de diamètre tournant à 200 tr/min comme indiqué sur la figure 42.



Fig. 42.

Près du tambour, les deux brins de courroie sont horizontaux. Le brin supérieur est amarré ; le brin inférieur passe sur un rouleau et descend verticalement, portant à son extrémité un poids de 35 kg pendant 30 minutes, puis un poids de 50 kg pendant les 30 minutes suivantes et enfin un poids de 70 kg pendant l'heure suivante.

Comme déjà exprimé au début de cet exposé, un incendie à la tête motrice peut aussi bien être provoqué par le tambour-entraîneur que par la courroie. C'est pourquoi, nous avons envisagé les deux alternatives.

a) *Par le tambour-entraîneur.*

Sous le tambour, nous avons placé une caisse remplie de poussières de charbon, de façon telle que



Fig. 43.

Tous les essais effectués sur des courroies au néoprène montrent que :

1) L'incandescence de la poussière de charbon prend toujours naissance contre le tambour, là où la courroie cesse de couvrir celui-ci.

La preuve est ainsi faite que c'est le rayonnement de chaleur émis par le tambour et non pas la courroie qui rend le charbon incandescent.

2) L'incandescence débute parfois 20 min après le commencement de l'essai, alors que la température superficielle du tambour n'est que de 200° C. Ce phénomène est probablement fonction du polissage plus ou moins accentué de la surface du tambour ou de la courroie.

3) Comme le montre le diagramme 16 (fig. 44), la température de la courroie augmente plus rapidement lorsque le tambour tourne dans un bac de charbon que lorsqu'il tourne à l'air libre. Il en est de même pour le tambour. Les températures sont mesurées au moyen de crayons fusibles.

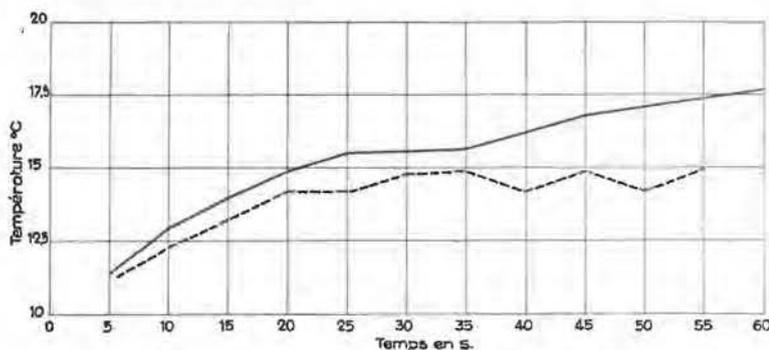


Fig. 44.

Diagramme 16 : — tambour tournant dans un bac de charbon.
 - - - - - tambour tournant à l'air libre.

la moitié inférieure du tambour tourne dans la poussière. Un dispositif spécial empêche toutefois la poussière d'entrer en contact avec le brin inférieur de la courroie, comme représenté à la figure 43.

b) *Par la courroie.*

Nos essais ont démontré que, pour la majorité des courroies, la température du tambour approche et parfois même dépasse les 300° C.

Cette température élevée peut provoquer l'incandescence ou même l'inflammation de la courroie qui patine.

Sur 30 essais de friction effectués, nous avons eu:

— 23 fois de l'incandescence dans la courroie ;
10 fois cette incandescence a duré plus de 60 s et,
2 fois, elle a même dépassé 30 min ;

— 7 fois, la courroie s'est enflammée à la fin de l'essai ;

— 1 fois, des morceaux de plis incandescents tombés pendant l'essai dans un récipient sous-jacent contenant de la poussière de charbon ont rendu celle-ci incandescente. Dans tous les cas, la température du tambour-entraîneur a dépassé les 200° C et 6 fois elle a été supérieure à 300° C ;

— 19 fois, la courroie s'est cassée avant la fin de l'essai.

3) Conclusions.

Nos résultats montrent que, parmi les 17 courroies essayées au contact d'une flamme, seule une courroie a brûlé complètement. Parmi ces mêmes courroies soumises à l'essai de friction sur tambour, 2 se sont enflammées sous l'action du courant d'air de 1,5 m/s de vitesse, 2 autres ont atteint la température de 316° et 1 a donné l'incandescence du charbon. L'essai au contact d'une flamme à l'échelle 1/1 nous semble largement suffisant pour déterminer qu'une courroie ne propage pas la flamme car, sauf dans un cas, la partie restée intacte est égale et souvent supérieure à 45 cm. Toutefois, comme le montre le résultat de nos essais, les courroies qui répondent à l'essai au contact d'une flamme à l'échelle 1/1 ne satisfont pas nécessairement à l'essai de friction.

4) Essais I.S.O. (International Standard Organisation).

Il existe une organisation internationale (I.S.O.) qui s'occupe de la normalisation des courroies ininflammables. Cet organisme préconise un essai au contact d'une flamme, dont nous donnons la description ci-après.

On utilise des éprouvettes de 200 mm de longueur et de 25 mm de largeur. Le brûleur est le bec Barthel (décrit dans la note 150/J.C.S.N, 62) (fig. 45), alimenté à l'alcool dont la composition est la suivante :

Alcool éthylique	=	95 %
Alcool méthylique	=	5 %

Pour l'essai, on opère dans une atmosphère non confinée, à l'abri des courants d'air.

On dispose l'éprouvette dans un plan vertical (le grand axe étant vertical) de façon que la tranche inférieure soit à une distance de 50 mm du sommet du brûleur. Le brûleur doit être incliné à 45° et le

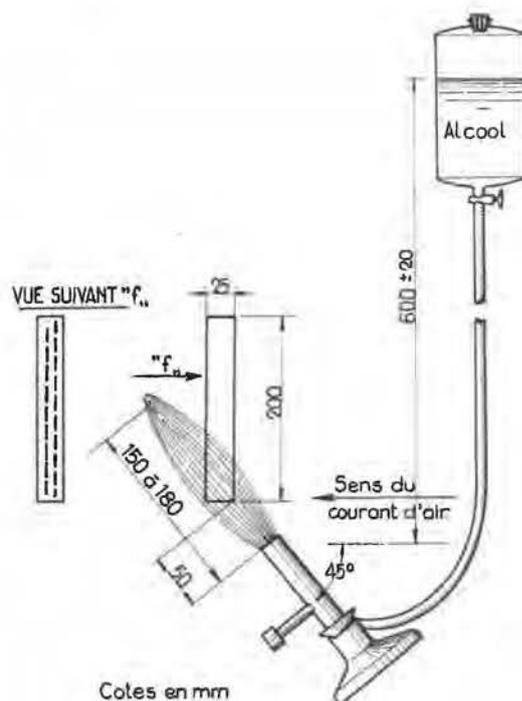


Fig. 45.

plan vertical passant par son axe doit coïncider avec le plan médian de l'éprouvette parallèle aux revêtements (comme représenté à la figure 45).

Le brûleur doit avoir une flamme de 150 à 180 mm de longueur. La température de la flamme, à l'emplacement qu'occupe l'extrémité inférieure de l'éprouvette, doit être d'environ 1.000°. Cette température est vérifiée au moyen d'un fil de cuivre nu de 0,71 mm de diamètre. Introduit dans la flamme à l'endroit précité, le fil doit fondre en 6 s maximum. S'il fond en plus de 6 s, il faut corriger le réglage du brûleur. On maintient l'éprouvette de courroie dans la flamme pendant 45 s, puis on retire le brûleur. On note, à partir de ce moment, la durée de la flamme. Après extinction de la flamme, on relève la durée des points incandescents.

L'essai se fait sur des éprouvettes :

- 1) Avec revêtement : 3 éprouvettes dans le sens de la chaîne ; 3 éprouvettes dans le sens de la trame.
- 2) Sans revêtement : 3 éprouvettes dans le sens de la chaîne ; 3 éprouvettes dans le sens de la trame.

La durée totale de présence de la flamme pour les 6 éprouvettes (3 en chaîne et 3 en trame) avec revêtement, ou pour les 6 éprouvettes sans revêtement, sera inférieure ou égale à 45 s, aucune valeur isolée n'étant supérieure à 15 s. La durée des points incandescents est encore à l'étude.

En 1960, nous avons fait, en atmosphère calme, des essais comparatifs, pour différents temps d'exposition à la flamme selon la méthode I.N.M. (décrite dans l'arrêté ministériel du 8 juillet 1958) et la méthode I.S.O.

Les essais ont été faits sur des courroies au néoprène.

En additionnant, pour la même courroie, les temps obtenus pour les différentes éprouvettes en chaîne et en trame, nous pouvons résumer les résultats dans les tableaux 27 et 28.

Nous avons mesuré la partie de l'éprouvette détériorée par l'incandescence. Comme nous avons constaté que la détérioration était la même pour une éprouvette essayée en chaîne ou en trame, le tableau 29 donne la détérioration comme suite aux essais exécutés sur des éprouvettes en chaîne seulement.

TABLEAU 27

Temps d'extinction de la flamme et des points incandescents pour éprouvettes avec revêtement.

N° courroie	Temps d'exposition à la flamme : 30 s				Temps d'exposition à la flamme : 45 s			
	Temps total d'extinction en s				Temps total d'extinction en s			
	de la flamme		des points incandescents		de la flamme		des points incandescents	
	INM	ISO	INM	ISO	INM	ISO	INM	ISO
139	0	0	705	441	0	0	502	820
138	0	0	533	395	1	0	848	559
132	4	0	1.586	1.495	3,5	4	2.367	2.480
135	4	1	1	0	17	2	2	0
	Temps d'exposition à la flamme : 60 s				Temps d'exposition à la flamme : 120 s			
139	0	1	837	867	2,5	24	3.362	3.090
138	0	0	1.133	605	0	0	1.164	1.886
132	4	3,5	4.022	2.958	7,5	6	6.161	5.890
135	21	1,5	0	0	72	14	0	0

TABLEAU 28

Temps total d'extinction de la flamme et des points incandescents pour les éprouvettes sans revêtement.

N° courroie	Temps d'exposition à la flamme : 30 s				Temps d'exposition à la flamme : 45 s			
	Temps total d'extinction en s				Temps total d'extinction en s			
	de la flamme		des points incandescents		de la flamme		des points incandescents	
	INM	ISO	INM	ISO	INM	ISO	INM	ISO
139	12	7	3.162	1.268	23	17	4.979	1.876
138	1	0	60	23	3	0	45	36
132	0	0	46	17,5	0	0	144	27,5
135	7,5	0	0	0	20,5	1,5	0	0
	Temps d'exposition à la flamme : 60 s				Temps d'exposition à la flamme : 120 s			
139	106	42	6.902	4.381	48	44	5.626	8.005
138	7,5	1	81	48	2,5	28	577	99
132	0	0	99	40	0	0	189	188
135	14	3,5	0	0	13	6,5	10	0

Nous constatons que, normalement pour des durées identiques d'exposition à la flamme, les résultats obtenus selon les deux méthodes sont du même ordre de grandeur. Lors d'une série d'essais comparatifs selon la méthode I.S.O. et la méthode I.N.M., nous avons appliqué le même principe que ci-dessus, mais en atmosphère animée (vitesse du courant d'air : 1,5 m/s).

Nous avons, en outre, constaté que cet essai I.S.O. correspond assez bien à l'essai d'inflammabilité sur courroie entière, comme décrit plus haut.

Cette correspondance est mise en évidence par le tableau 30 pour les neuf courroies que nous avons essayées selon les deux méthodes,

perts, dont nous faisons partie, d'étudier les tests auxquels devront satisfaire les fluides ininflammables pour les appareils à commande hydraulique et pour les coupleurs hydrauliques.

En 1960, nous avons continué nos essais au jet pulvérisé dont nous rappelons le principe qui consiste à promener la flamme d'un chalumeau oxy-acétylénique dans un jet d'huile finement pulvérisée par une pompe sous une pression de 70 kg/cm². A 1,75 m de l'ajutage est placée une tôle verticale sur laquelle vient se briser l'huile pulvérisée (fig. 46).

Aucune des huiles présentées n'a satisfait à l'essai.

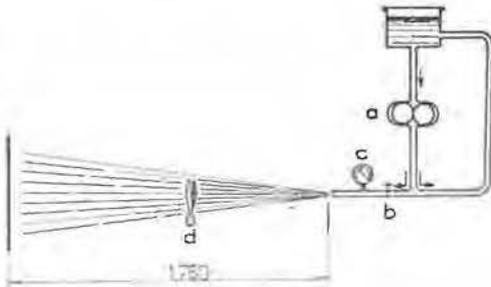


Fig. 46.

a = pompe 70 kg/cm² c = manomètre
b = vanne de réglage d = flamme oxy-acétylénique.

En outre, nous nous sommes occupés de la mise au point d'autres tests pour juger de l'inflammabilité, non seulement des liquides lubrifiants, mais également du mélange de ces liquides avec du charbon.

Tous ces essais ont été faits en liaison avec les experts membres de la commission.

1) Essai dit « au cure-pipe ».

La question des liquides ininflammables fait, depuis de nombreuses années, l'objet de recherches aux Etats-Unis. L'essai au jet pulvérisé y est d'ailleurs pratiqué normalement pour les lubrifiants de l'aviation.

En outre, M. S.P. Polack recommande l'essai dit « au cure-pipe ». Nous avons appliqué cet essai, dont voici le mode opératoire :

Nous avons employé le moteur d'un essuie-glace d'automobile au pivot duquel nous avons attaché une tige rigide munie à son extrémité d'un petit tuyau permettant d'y introduire une mèche cure-pipe.

Cette tige se meut dans un plan horizontal à raison d'environ 25 cycles par minute.

Le cure-pipe doit avoir 50 mm de longueur.

D'autre part, on règle un bec Bunsen pour donner une flamme non éclairante, mais sans cône intérieur, de 100 mm de hauteur.

L'essai consiste à faire mouvoir le cure-pipe imbibé d'huile de façon que le centre de la longueur des 50 mm passe au milieu de la flamme à un bout

du cycle et de compter le nombre de cycles nécessaires pour que la flamme se maintienne d'elle-même sur le cure-pipe. La partie exposée du cure-pipe décrit un rayon de 100 mm ± 4 mm.

Pour l'essai, on vide 30 cm³ d'huile dans une boîte de Petri de 99 mm de diamètre et de 16 mm de hauteur. On place le cure-pipe pendant 2 min dans l'huile, on le laisse égoutter et on le place sur l'appareil. Le montage est représenté à la figure 47.



Fig. 47.

L'essai se fait :

- a) avec de l'huile qui est restée à la température ambiante ;
- b) avec de l'huile qui est restée deux heures à 83° C ;
- c) avec de l'huile qui est restée 4 heures à 83° C.

Dans chaque cas, on utilise 5 cure-pipes.

D'après les Américains, l'huile est reconnue ininflammable si la moyenne de 5 résultats est au moins de :

- 24 cycles dans l'essai a,
- 18 cycles dans l'essai b,
- et 12 cycles dans l'essai c.

TABLEAU 31

Nos de l'huile	Pulvérisation sous pression de 70 kg	Essai du cure-pipe		
		T° ambiante cycles	après 2 h à 83° cycles	après 4 h à 83° cycles
I	non fait	15	7	9,8
II	non fait	46	21	8
III	non fait	17	23	27
IV	o	+40	+40	+40
V	o	+40	22	6
VI	o	37	7	5
VII	+	28	19	21
VIII	o	+40	+40	+40
IX	non fait	18	15	16
X	+	18	16	15
XI	+	16	14	12
XII	+	+40	+40	+40

+ : inflammation

0 : non inflammation

Les résultats que nous avons obtenus sont consignés dans le tableau 31.

Conclusion.

Parmi les huiles qui ont été soumises à l'essai de pulvérisation sous la pression de 70 kg/cm^2 , 4 (IV, V, VI et VIII) n'ont pas donné lieu à l'inflammation et, sur ces 4, 2 seulement ont satisfait à l'essai du cure-pipe.

Cependant, 2 autres huiles (VII et XII) ayant satisfait à l'essai au cure-pipe, n'ont pas réussi l'essai de pulvérisation.

En 1960, le test de l'inflammabilité d'un mélange charbon-liquide fut mis au point.

2) Essai d'inflammabilité d'un mélange charbon-huile.

Les différents experts réalisèrent chacun la même série d'essais sur des mélanges charbon-huile au moyen d'un moufle placé dans un four électrique. Comme les résultats obtenus par chaque expert différaient fortement, la commission proposa un autre appareillage. Celui-ci consiste en une réglette en acier de 370 mm de longueur, 30 mm de largeur et 3 mm d'épaisseur. A 250 mm d'une des extrémités, il y a un trait repère. Sur cette réglette, on applique une couche de 1 mm du mélange. Pour faciliter la mise en place de ce mélange, on glisse la réglette dans un bloc en acier de 300 mm de longueur, 63 mm de largeur et 15 mm d'épaisseur, dans le centre duquel on a creusé une rainure de 31 mm de largeur et 4 mm de profondeur, suivant un axe longitudinal (fig. 48).

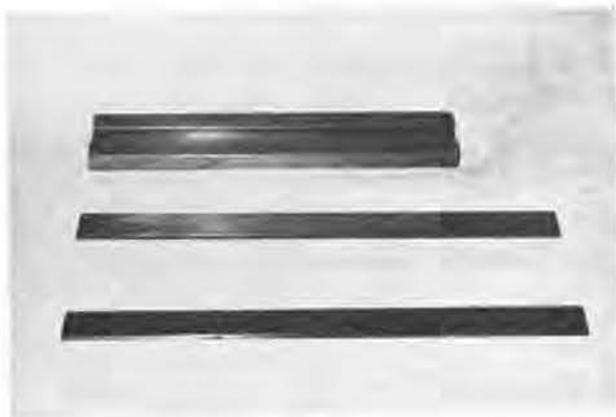


Fig. 48.

Pour l'essai, la réglette est fixée horizontalement à 45 mm au-dessus de l'orifice d'un brûleur à gaz. L'axe du brûleur passe par le trait de repère (fig. 49).

L'action du brûleur est maintenue pendant 12 min au moins et 15 min au plus.



Fig. 49.

Pour préparer le mélange, on utilise du charbon provenant du charbonnage de Montrambert. Ce charbon a les caractéristiques suivantes :

Humidité :	1,4 %
Cendres sur sec :	9,6 %
Matières volatiles sur sec :	31 %
Granulométrie :	60 - 100 microns.

Le mélange se fait à raison de 75 % de charbon et 25 % de fluide en volume ; il est convenablement malaxé et doit reposer pendant 1 heure, avant de commencer l'essai.

Pendant l'essai, on note :

- 1) le temps au bout duquel apparaît une flamme persistante sur le mélange ;
- 2) la propagation de la zone de combustion, relevée en mm, et de minute en minute ;
- 3) le temps d'extinction de la flamme ;
- 4) les anomalies.

Les résultats moyens pour les différents lubrifiants que nous avons essayés, sont repris dans le tableau 32.

Les essais comparatifs effectués respectivement à la température de 800 et de 1.000° C dans la flamme de gaz, juste en dessous de la réglette, ont donné des résultats très irréguliers.

Après les premiers essais, il est apparu que :

- 1) la température de la flamme à l'endroit de la réglette devait être déterminée exactement ;
- 2) la couche du mélange était trop mince ;
- 3) le long des bords de la réglette, le mélange s'enflammait directement sous l'action du brûleur.

Cela étant, il fut convenu que :

- 1) la couche charbon-liquide sur la réglette aurait une épaisseur de 2 mm ;
- 2) la température de la flamme du brûleur serait de $1.000 \pm 30^\circ \text{ C}$ à 45 mm au-dessus de l'orifice du bec et contre la face intérieure de la réglette ;
- 3) l'éprouvette du mélange aurait 20 mm de largeur, la largeur de la réglette n'étant pas modifiée.

Les résultats obtenus après ces modifications étant beaucoup plus concordants, cette nouvelle méthode fut adoptée.

TABLEAU 32
Propagation de la flamme.

Produit utilisé	Temps d'apparition de la flamme en min et s	Longueur parcourue par la flamme en mm en fonction du temps en min										Extinction de la flamme en min et s		Observations			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	Maximum				
eau + 1 ⁰ / ₁₀₀ de mouillant	1 min 51 s	25										2 min 18 s		La flamme se maintient sur les bords et non sur toute la largeur.			
I	42 s	27	31	45											2 min 35 s 3 min 05 s		—
II	48 s	25	23											2 min 39 s 3 min		La flamme se maintient sur les bords.	
III	51 s	31	27											2 min 18 s 2 min 40 s		Propagation jusqu'à 40 mm.	
IV	1 min 02 s	35	30	33											2 min 35 s 3 min 50 s		—
V	30 s	37	35											2 min 33 s 2 min 55 s		Température flamme brûleur 1.000° - flamme fugitive qui atteint 70 mm.	
VI	42 s	22	25											2 min 20 s 2 min 25 s		Température flamme brûleur 1.000°.	
VII	44 s	26	37	64	80	90						3 min 56 s 5 min 22 s		Température flamme brûleur 1.000° - flamme s'éteint et se rallume.			
VIII	36 s	25	45	55											2 min 28 s 2 min 40 s		Température flamme brûleur 1.000° C.
IX	36 s	25	27	30											2 min 33 s 3 min 20 s		idem.
Turbineol (huile minérale)	43 s	31	46	75	123	143	147	185				6 min 45 s 7 min 02 s		idem.			

Les résultats des essais effectués, selon cette méthode, sont représentés en trait plein et les résultats des mêmes produits, selon la première méthode, en traits interrompus sur le diagramme 17 de la figure 50.

3) Essai de la résistance au gonflement des joints.

Dans le but de voir la résistance des joints actuels vis-à-vis des liquides inflammables existants, nous avons réalisé l'essai suivant proposé par la sous-commission susvisée.

On découpe, dans le matériau d'étanchéité, des éprouvettes circulaires de 40 mm de diamètre et de 6 mm d'épaisseur. Les éprouvettes sont nettoyées à l'alcool anhydre, séchées et exposées, de manière prolongée, à une température de 20° C. On détermine le volume de l'éprouvette en calculant son poids, l'éprouvette étant d'abord exposée à l'air libre, puis plongée dans l'eau.

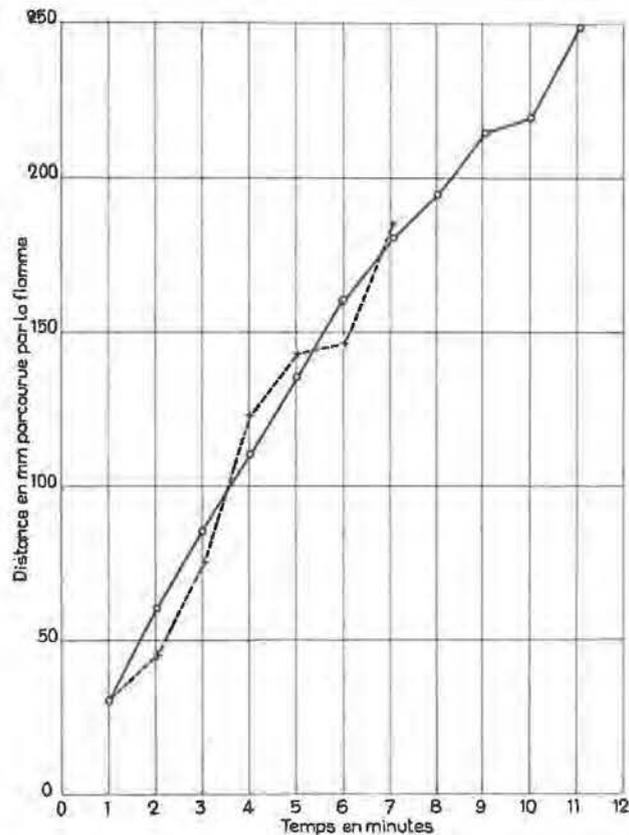


Fig. 50.

Diagramme 17 : ——— essai selon la nouvelle méthode.
 essai selon l'ancienne méthode.

On maintient l'éprouvette pendant 168 h à une température de $70 \pm 1^\circ \text{C}$ dans un vase de Berlin contenant une quantité d'huile correspondant à 15 fois le volume de l'éprouvette. L'essai terminé, les éprouvettes sont nettoyées à l'aide d'alcool anhydre et séchées entre 2 couches de papier-filtre. Cinq minutes après le séchage, le volume est déterminé comme dit ci-dessus. L'augmentation proportionnelle du volume V est calculée suivant la formule :

$$V = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 \text{ où}$$

V_1 = volume de l'éprouvette avant l'essai ;

V_2 = volume de l'éprouvette après l'essai.

Suivant la proposition de la sous-commission, le taux de gonflement ne peut dépasser 4 %.

Le tableau 33 indique les résultats que nous avons obtenus.

TABLEAU 33

	Joint B	Joint pour la balance hydraulique	Joint pour accouplement de panzer
I	46,39 %	54,64 %	97,44 %
II	0,23 %	0,14 %	0,178 %
III	11,37 %	43,18 %	79,21 %

Il résulte de ces essais que le matériau pour joint devra être conçu spécialement pour résister aux huiles dites ininflammables.

3) GRAISSES POUR CABLES D'EXTRACTION

En 1960, nous avons examiné au point de vue de l'ininflammabilité 2 graisses pour câbles d'extraction.

Dans ce but, comme indiqué à la figure 51, nous utilisons une cheminée de 6 m de hauteur et de $1,8 \times 1,8 \text{ m}^2$ de section. Dans une paroi de la cheminée, existent des trous distants l'un de l'autre de 25 cm, afin de suivre, de l'extérieur, la propagation de la combustion.

Le câble, dont l'âme et les torons en acier ont été imprégnés du produit à examiner pendant la fabrication, est hissé dans la cheminée au moyen d'un câble ordinaire.

A l'aide d'un chalumeau oxy-acétylénique, on chauffe le câble au rouge ou à une température supérieure, pendant 2 min 30 s. Ce chauffage se fait à 25 cm de l'extrémité inférieure du câble.

On note la distance sur laquelle se propage la flamme, ainsi que la durée de celle-ci, après le retrait du chalumeau. Les câbles examinés étaient des câbles plats de 3,30 m de longueur sur 0,16 m de largeur. L'un était imprégné de XZIT et l'autre de graisse GPh.

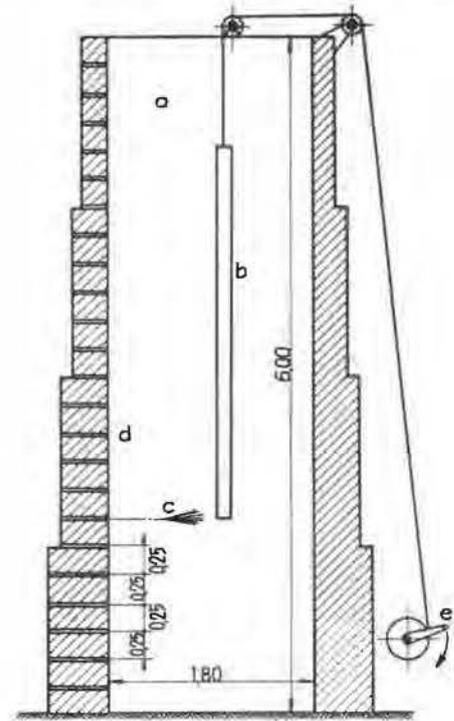


Fig. 51.

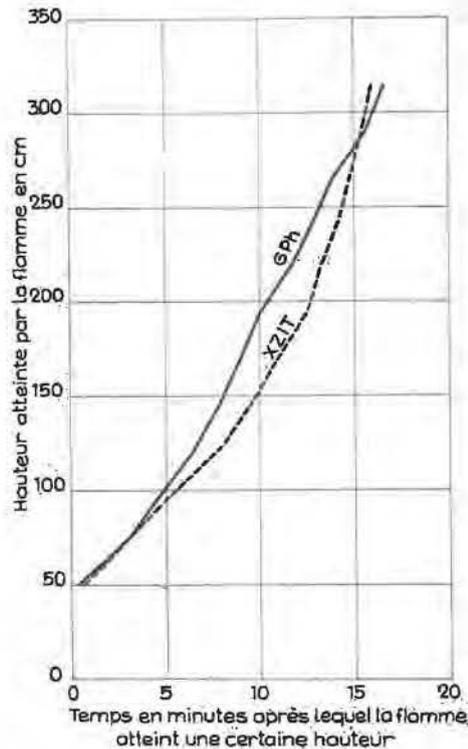
a = cheminée
b = câble plat
c = chalumeau
d = regard d'observation
e = treuil.

Les résultats des essais sont repris dans le tableau 34.

TABLEAU 34

Distance atteinte par la flamme en cm	Temps nécessaire pour atteindre cette distance en minutes et secondes	
	graisse XZIT	graisse GPh
50	45 s	21 s
74	3 min	3 min 01 s
98	5 min 15 s	4 min 36 s
122	8 min	6 min 21 s
146	9 min 45 s	7 min 56 s
170	11 min	9 min 01 s
194	12 min 25 s	10 min 01 s
218	13 min 10 s	11 min 46 s
242	14 min 10 s	12 min 51 s
266	14 min 45 s	13 min 51 s
290	15 min 30 s	15 min 51 s
314	16 min	16 min 41 s
	combustion complète en 22 min 25 s	combustion complète en 25 min 16 s

Du tableau 34 et du diagramme 18 (fig. 52), il apparaît que, jusqu'à 2,66 m de distance, la propagation de la flamme est légèrement plus rapide pour la graisse GPh.



Ces graisses ne sont pas inflammables, mais notre expérience nous permet de dire que la propagation de la flamme est beaucoup plus lente que dans le cas des vaselines utilisées antérieurement dans la fabrication des câbles.

Nous comptons continuer cette étude des graisses pour câbles en 1961.

Fig. 52. — Diagramme 18 : Allure de la propagation de la flamme.

IX. — LUTTE CONTRE LES INCENDIES

EXTINCTEURS

Dans le rapport sur les travaux de l'I.N.M. de 1959, nous avons publié les conditions auxquelles doivent répondre les extincteurs utilisés dans les travaux souterrains.

En 1960, nous avons essayé les appareils présentés par différentes firmes. Les appareils agréés sont repris dans l'annexe au présent rapport qui donne la liste des appareils électriques et divers agréés.

Les appareils examinés furent présentés par les firmes mentionnées ci-après :

I. - Turex.

- a) à mousse physique : appareil B.S. 15 ;
- b) à poudre universelle : les appareils P.5 - P.6 - P.9 - P.10 blindé et P.12 ;
- c) à CO₂ : un appareil de 5 kg.

II. - Sicli S.A.

- a) à mousse physique : appareil Sicli 9 ;
- b) à mousse chimique : appareil P.E. 10 ;
- c) à poudre universelle : les appareils : P.5.A - P.6.A - P.10.A - P.12.A - P.12.A blindé et P.S.V.7 ;
- d) à CO₂ : les appareils de 1,45 - 2 - 5 et 6 kg ;
- e) à eau pulvérisée : l'appareil monobloc U.E.9.

III. - Compagnie industrielle de matériel contre l'incendie.

- a) à mousse physique : les appareils HLD 10 litres et HLD 15 litres ;

- b) à poudre universelle ; l'appareil P.10.G But.
- c) à CO₂ : un appareil de 5 kg.

IV. - Protection générale incendie S.A.

- a) à poudre universelle : les appareils RODEO 2 litres - KOP 3 - KOP 2 ;
- b) à CO₂ : les appareils C.2P - C.2AC 2 kg - C.5AC - C.6AC.

Conclusions de ces essais.

A un extincteur près, tous les extincteurs à poudre universelle examinés répondent à toutes les conditions d'agrément de la circulaire 116 de la Direction Générale des Mines.

Les extincteurs à mousse, qui nous ont été soumis, présentent des anomalies au point de vue diélectrique, surtout lorsque l'appareil n'est pas dans sa position normale.

En ce qui concerne les extincteurs à CO₂ examinés, ils répondent aux conditions générales prévues par la circulaire 116 mais, par suite du givrage du tromblon, il faut éviter de mettre ce dernier en contact avec un objet sous tension. De plus, ces extincteurs n'éteignent ni un feu de bois, ni un feu mixte (bois-huile) ou (gasoil-bois) et, par conséquent, ils doivent être placés dans des endroits où pareils feux ne peuvent survenir.

Nous comptons mettre ce problème au point en 1961.

On voit, en tout cas, dès à présent que c'est vers l'extincteur à poudre universelle qu'il convient de s'orienter actuellement. En effet, cet extincteur ne

présente aucun danger et est capable d'éteindre aussi bien les feux d'origine électrique que les feux de bois ou d'huile.

X. — TRAVAUX DES LABORATOIRES DE CHIMIE

1) INFLUENCE DE L'HYGROSCOPICITE DES SELS UTILISES DANS LA FABRICATION DES EXPLOSIFS DE SECURITE

I. Introduction.

La sécurité de tous les explosifs en atmosphère grisouteuse est basée notamment sur la dispersion de sels chimiques dans cette atmosphère lors de la détonation de la charge.

Dans le cas des explosifs à ions échangés, ces sels peuvent être, suivant les conditions de confinement, un produit des réactions accompagnant la détonation.

C'est pourquoi, nous nous proposons d'étudier le mécanisme de l'inhibition de l'inflammation du grisou par ces sels chimiques avant d'examiner les conséquences, du point de vue de la sécurité, que peut entraîner l'humidification de ces sels au cours du vieillissement de l'explosif.

II. Mécanisme de l'inhibition de l'inflammation du grisou.

Des recherches récentes (1 à 5) ont permis de démontrer que l'efficacité d'un sel à inhiber l'inflammation du méthane dépend surtout de la finesse des grains et de la surface spécifique de ceux-ci.

Dans le tableau 35, nous rappelons les résultats obtenus par Dolan qui a expérimenté le pouvoir d'extinction du chlorure sodique en fonction de la surface spécifique des grains en allumant, à l'aide d'un arc électrique, une atmosphère grisouteuse contenant ces sels en suspension; le pouvoir d'extinction du sel est donné par le rapport entre la quantité de sel, exprimée en grammes, nécessaire à l'extinction de la flamme, et le volume exprimé en litres du mélange gazeux inflammable.

TABLEAU 35

Corps chimiques	Surface spécifique en cm ² /cg	Diamètre moyen des particules	Pouvoir d'extinction g/litre de gaz
Chlorure sodique	6.500	4,5	0,284
	3.100	9,0	0,590
	2.300	12,0	0,810
Bicarbonate de soude	11.500	9,4	0,066
	4.600	5,9	0,160
	3.200	8,5	0,231

Ces résultats sont d'ailleurs conformes à la théorie du mécanisme d'inhibition de la flamme; en effet, l'action d'un inhibiteur est triple, à savoir:

1) Abaisser la température de la flamme.

Il est prouvé (6) que, pour tous les hydrocarbures, si la température de la flamme est inférieure à 1.200° C, la vitesse de propagation de celle-ci s'annule; dans ce cas, la flamme est « quenchée » et donc s'éteint.

2) Rendre les limites d'inflammabilité du mélange gazeux inflammable plus voisines.

3) Augmenter la probabilité de rupture des chaînes « chain breaking » (7, 8, 9), ce qui entraîne également une diminution de la vitesse de propagation de la flamme puisque celle-ci se propage à travers les gaz frais suivant un mécanisme de réactions en chaînes: collision d'un centre actif avec une molécule du constituant initial (comburant ou combustible) donnant naissance à un ou deux nouveaux centres actifs. La désactivation des centres propagateurs de chaînes peut se réaliser suivant un mécanisme chimique (l'action inhibitrice des halogènes est bien connue) mais, également, suivant un processus physique: collision d'un centre actif avec une paroi ou une substance inerte. Ce mécanisme physique, qui engendre « le coincement » (l'étouffement) de la flamme, caractérise notamment l'équipement antigrisouteux: tamis Davy, blindages anti-déflagrants, arrêts-barrages, coupe-flamme.

Si le sel inhibiteur est une substance inerte, comme c'est le cas pour la plupart des explosifs, l'inhi-

(1) Matla W.P., M. Rec. Trav. Chim. Pays-Bas 55 (1936) 182.

(2) Dufraisse C. et German M., C.R. Acad. Sci. Paris, 207 (1938) 1221.

(3) Dufraisse C., German M. et L. Bras, C. R. Acad. de Paris, 236 (1953) 164.

(4) Dolan J.E. and Dempster P.B., J. Appl. Chem., 5 (1955) 510.

(5) Dolan, Sixth Symposium on Combustion p. 787 (1957) New York.

(6) Kaveler, H.H. and Lewis, B.: Chem. Rev., 21, 421 (1937)

(7) Simmons, R.F. et Wolfard, H.G., Trans. Farad. Soc. I p. 1211 (1955).

(8) Burdon, M.G., Burgogne et Weinberg, F.J., Fifth Symposium on Combustion.

(9) A. Van Tiggelen et M. Grogard, Bull. Soc. Chim. de France (1959) 1818.

biton de la flamme dépend essentiellement de l'abaissement de la température de la flamme et de l'espace de « coincement » (espace minimum en dessous duquel la flamme est étouffée, ne pouvant plus se propager) et donc l'inhibition de la flamme sera déterminée par le diamètre des particules. En effet, le transfert de chaleur entre les gaz brûlés et les particules sera d'autant plus grand que celles-ci seront à l'état plus divisé ; de plus, dans ces conditions, la distance moyenne entre les grains est alors du même ordre que la distance de « coincement » (d'étouffement) de la flamme.

III. Influence de l'humidité sur les sels utilisés dans la fabrication des explosifs de sécurité.

L'humidification des sels a une double conséquence qui diminue la sécurité de l'explosif du point de vue de la non-inflammation au grisou, à savoir :

1) de diminuer la réactivité des sels et la probabilité des réactions secondaires qui produisent, par exemple, les sels de sodium inhibiteur actif ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2$) ;

2) de changer la granulométrie des sels en les agglomérant et donc de diminuer, comme nous l'avons vu dans le paragraphe II, leur qualité d'inhibiteur à l'inflammation du grisou.

Dans le cas d'une détonation dans laquelle les réactions secondaires n'ont pas eu lieu, l'aptitude des sels primaires tels que NH_4Cl , NaNO_3 , à inhiber l'inflammation est fortement diminuée si ces sels sont agglomérés.

L'humidification des sels influence également l'aptitude à la détonation ; en effet, pour que celle-ci soit la meilleure possible, il faut que la masse des sels ne s'agglomère pas sous l'influence de l'humidité atmosphérique afin que l'huile explosive puisse diffuser, à travers toute la masse, par les espaces libres existant entre les grains.

IV. Conclusion.

Si l'on veut augmenter la sûreté des explosifs de sécurité et, en particulier, des explosifs à ions échangés, il faut donc, soit utiliser des sels hydrophobes, soit protéger les sels hygroscopiques de l'humidité par un enrobement des grains afin que la granulométrie de ceux-ci ne s'altère pas au cours du temps.

Nous présentons ci-après les premiers résultats d'une étude que nous avons entreprise au laboratoire sur la détermination de l'hygroscopicité des différents sels employés dans la fabrication des explosifs de sécurité.

Etude de l'hygroscopicité des sels utilisés dans la fabrication des explosifs de sécurité.

1) MODE OPERATOIRE

Nous avons étudié l'hygroscopicité des sels suivants : NH_4NO_3 , NaNO_3 , KNO_3 , NaCl , KCl et NH_4Cl .

Chacun de ces sels séchés au préalable à l'étuve jusqu'à poids constant, est soumis séparément à l'humidification.

Pour que les différentes expériences puissent être comparables, il faut que la température et le degré d'humidité relatif de l'atmosphère, dans laquelle les échantillons sont placés, restent constants au cours des expériences.

L'humidité relative d'une enceinte est déterminée par les équations de Sprung :

$$e = E' - 0,5 (t - t') \frac{b}{755} \quad [1]$$

e : tension de vapeur d'eau de l'air ambiant.

E' : tension de la vapeur d'eau à la température du thermomètre humide (*).

t : température du thermomètre sec en degré centigrade.

t' : température du thermomètre humide en degré centigrade.

b : hauteur barométrique en mm Hg.

$$R = \frac{e}{E} 100 \quad [2]$$

R : humidité relative, exprimée en %, de l'air ambiant.

E : tension de la vapeur d'eau à la température du thermomètre sec.

Pour que l'humidité relative reste constante au cours des différentes expériences, il faut donc que la température du thermomètre sec et du thermomètre humide reste constante. C'est dans ce but que nous avons placé le réservoir expérimental dans un calorimètre comme le montre la figure 53.

(*) La température du thermomètre humide est la température du thermomètre entouré d'un manchon humide de coton, l'eau en s'évaporant du manchon entraîne un abaissement de température de celui-ci.



Fig. 53. — Dispositif expérimental.

Les parois du calorimètre sont portées à la température de 20° C par une circulation d'eau maintenue à température constante par un thermostat.

La température de l'air ambiant du laboratoire est maintenue à 20° C (à ± 1° C), grâce à un dispositif de régulation de température.

Dans ces conditions, le degré hygrométrique, calculé à partir des équations décrites précédemment, est égal à 98 %.

II. Résultats expérimentaux et conclusion.

Le degré d'hygroscopicité des différents sels est mesuré, en fonction du temps, par la quantité d'eau adsorbée, exprimée en grammes, par 100 g de sel sec.

Les résultats expérimentaux sont repris au diagramme 19 (fig. 54).

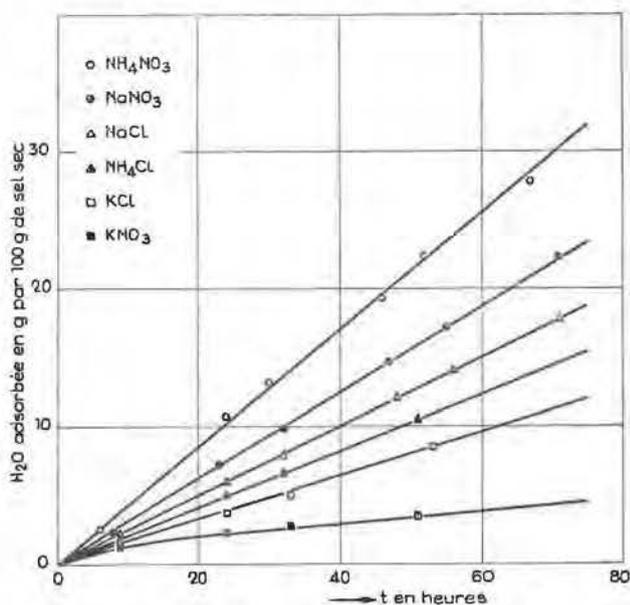


Fig. 54. — Diagramme 19.

Ces résultats sont relatifs au mode opératoire utilisé ; en effet, l'humidification du sel est un phénomène de surface : adsorption d'un gaz (air + vapeur d'eau), par un solide. Cette réaction est notamment déterminée par la structure cristalline, par la surface spécifique des grains... Or, ces paramètres, qui peuvent se modifier, par exemple, lors du broyage des grains, peuvent introduire des variations dans les résultats expérimentaux.

Si ces résultats ne sont pas absolus, ils permettent cependant de classer les différents sels étudiés et donc de constater que les sels de potassium sont moins hygroscopiques que les sels de sodium à la température de 20° C.

Les prochaines expériences auront pour but d'étudier l'influence de la granulométrie, de la surface spécifique et de la température sur l'humidification de ces sels.

2) ANALYSE ET EXAMENS DIVERS

A la demande des Divisions, il a été procédé aux travaux suivants :

— examens et analyses d'échantillons de poussières neutralisées	125
— analyses d'échantillons de charbon	2
— examen au densitomètre d'échantillons d'air poussiéreux prélevés dans les charbonnages	1.688
L'activité de nos laboratoires a été également consacrée aux analyses :	
— de mélanges électrolytiques prélevés pour l'étude des batteries anti-grisouteuses de locomotives électriques	49
— de gaz pour un charbonnage à la suite d'un accident	3
— de gaz pour le contrôle de l'efficacité des barrages sur les fumées d'incendies	37

XI — GRISOMETRIE

Contrôle des grisoumètres.

En 1960, nous avons contrôlé 3 grisoumètres interféromètres Riken et 2 grisoumètres interféromètres Zeiss.

Examen d'un appareil de prélèvement de gaz.

La firme Tool Importers Limited a présenté à l'agrément un appareil de prélèvement de gaz.

Jusqu'à présent, on utilise généralement, pour prendre des échantillons de gaz, des flacons remplis d'eau. Un tel procédé présente l'inconvénient de l'encombrement lorsqu'on doit faire de nombreux prélèvements, comme c'est le cas dans les mines.

L'appareil examiné offre l'avantage d'être relativement simple et peu encombrant. Il est constitué



Fig. 55.

d'une pompe à deux étages, plus petite et plus robuste qu'une pompe de bicyclette ; elle est munie latéralement d'une douille à baïonnette dans laquelle se fixe le cylindre de prélèvement (fig. 55).

Celui-ci consiste en un tube de duralumin fermé par un bouchon vissé et une valve étanche. Ce cylindre s'adapte dans la douille latérale de la pompe.

Il existe trois sortes de cylindre qui, tous, ont le même diamètre, mais sont de longueurs différentes, selon la capacité qui peut être de 30-55 ou 110 cm³.

C'est un régulateur à diaphragme qui fonctionne avec la valve du cylindre de prélèvement. Lorsque celui-ci est introduit dans la douille à baïonnette du détenteur A, la goupille B, poussée par un ressort, ouvre la valve du cylindre et le gaz arrive dans l'espace situé sous le diaphragme C ; le ressort est réglé de telle façon que, lorsque la pression au-dessous de C excède une valeur réglable par le bouton D de 0,14 à 0,35 kg/cm², le diaphragme se soulève et la valve du cylindre se referme. On obtient une

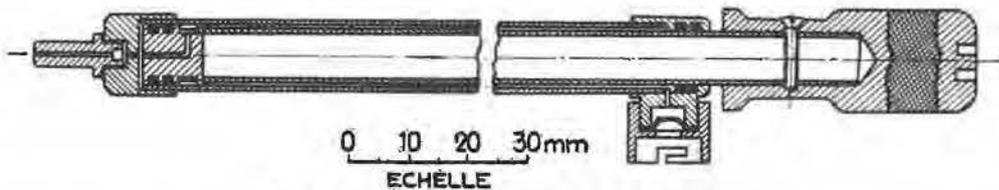


Fig. 56. — Pompe à main à deux étages.

La pompe (fig. 56) est conçue pour comprimer à plus de 10 kg/cm², sans fournir un grand effort.

Quand on tire le piston en arrière, le gaz entre par la valve dans le corps de la pompe ; en même temps, le gaz contenu dans la partie annulaire entre le piston et le cylindre, déjà comprimé, est chassé dans le cylindre de prélèvement. Quand on repousse le piston, le gaz contenu dans la pompe est comprimé dans la partie annulaire où il est retenu par une valve.

On peut comprimer à plus de 21 kg/cm² avec cette pompe.

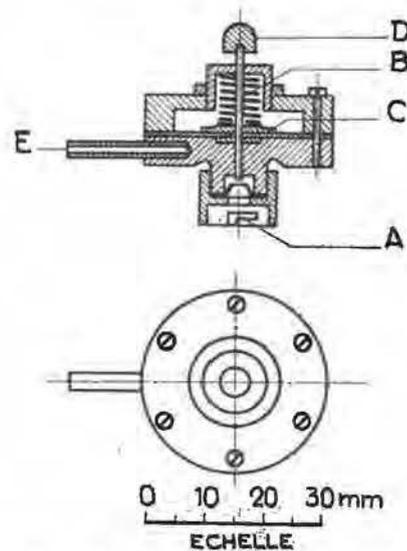


Fig. 58. — Régulateur de pression.

pression relativement constante à la sortie E du détenteur.

L'utilisation de cette pompe est aisée ; arrivé à l'endroit du prélèvement, on fixe le cylindre sur la pompe et on le remplit en donnant deux ou trois coups de piston.

Le cylindre est alors retiré, introduit dans le détenteur et vidé. De cette façon, le restant de gaz provenant du prélèvement précédent est éliminé.

On replace le cylindre sur la pompe et on le remplit en actionnant une dizaine de fois le piston. Le prélèvement terminé, on enlève le cylindre et on revisse le bouchon. Le gaz ainsi recueilli sera examiné, par la suite, au laboratoire. Le constructeur donne, pour les différents cylindres, les caractéristiques reprises au tableau 36.

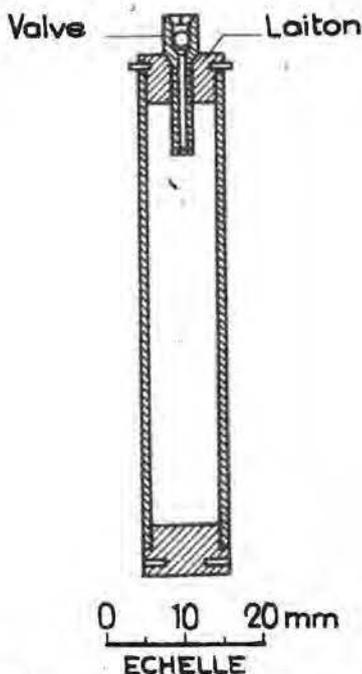


Fig. 57. — Récipient contenant le gaz.

Pour vider les cylindres de prélèvement (fig. 57) dans l'appareil d'analyse de gaz, on emploie un détenteur (fig. 58).

TABLEAU 36

Cylindres	Poids vide	Longueur	Contenance	Pression en cm^2	
				10 coups	20 coups
Petit	113 g	152 mm	30 cm^3	10 kg	19 kg
Moyen	140 g	218 mm	55 cm^3	7 kg	13,5 kg
Grand	225 g	432 mm	110 cm^3	4 kg	7 kg

Nous avons examiné spécialement les petits cylindres de 30 cc. Dix coups de piston donnent une pression de 7,5 kg/cm^2 , soit un volume de 225 cm^3 de gaz ramené à la pression atmosphérique. Quinze coups de piston compriment le gaz à une pression

de 11,5 kg/cm^2 , ce qui correspond à 345 cm^3 .

Le gaz peut se conserver longtemps dans le cylindre. En un mois, nous avons seulement constaté une chute de pression de l'ordre de 0,25 kg/cm^2 .

Conclusion.

Compte tenu de la différence de pression existant entre les données du fabricant et celles que nous avons trouvées, cet appareil peut rendre des services dans nos mines pour les prélèvements grisoumétriques, surtout dans les charbonnages qui n'utilisent pas les grisoumètres interféromètres ou tout autre grisoumètre à lecture immédiate.

On peut faire autant de prélèvements que l'on dispose de cylindres.

Analyses de contrôle.

TABLEAU 37

Classement par catégorie, division et teneur en méthane.

Catégorie	Division	Répartition suivant la teneur en CH_4				Totaux
		0 à 0,50 %	0,50 à 1 %	1 à 2 %	+ 2 %	
1 ^{re}	Borinage - Centre	72	9	8	1	90
	Charleroi - Namur	95	18	3	0	116
	Liège	117	36	6	1	160
	Campine	99	10	2	0	111
		383	73	19	2	477
2 ^{me}	Borinage - Centre	49	54	44	21	168
	Charleroi - Namur	8	0	2	0	10
	Liège	41	15	3	0	59
		98	69	49	21	237
3 ^{me}	Borinage - Centre	80	61	89	87	317
	Charleroi - Namur	31	18	15	3	65
		111	79	102	90	382

TABLEAU 38

Nombre de prélèvements analysés.

Division	1959	1960
Borinage - Centre	1.099	575
Charleroi - Namur	418	191
Liège	271	219
Campine	95	111
	1.883	1.096

Remarque.

Le nombre d'analyses est inférieur en 1960, à la suite de la fermeture de plusieurs sièges.

Le laboratoire a également fait 2 analyses de CO_2 et 2 analyses complètes de gaz à la demande d'une division de l'Administration des Mines.

XII. — RECHERCHES DIVERSES

Matériel antistatique.

1) TUYAUX FLEXIBLES POUR AIR COMPRIME

Deux flexibles en caoutchouc pour air comprimé ont été présentés pour agréation.

Ils ont été soumis à l'essai habituel suivant.

Une machine électrostatique en fonctionnement a l'un de ses pôles à la tension de 25.000 V par rapport à la terre. On relie ce pôle à la terre par l'intermédiaire de la couche intérieure en caoutchouc

du flexible à vérifier. Si la tension de ce pôle, mesurée au voltmètre électrostatique, tombe à zéro au moment où l'on établit la liaison avec le sol, l'échantillon ainsi essayé est suffisamment conducteur (fig. 59).

De plus, la résistance de l'élément à vérifier est mesurée au mégohmmètre à magnéto sous une tension continue de 500 V.

Le tableau 39 donne les résultats d'essais des deux flexibles.

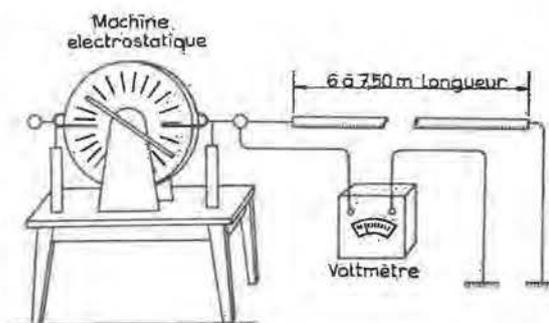


Fig. 59.

TABLEAU 39

Marque	Longueur en mètres	Ø en mm	Tension en volts			Résistance sous 500 V
			Machine	après liaison au sol		
				par couche intérieure	par couche extérieure	
Englebert « Neutravolt »	7,50	15/29	25.000	0	10.000	50 MΩ
Dunlop « Unicommin »	6,00	19/33	25.000	0	0	0,25 MΩ

Ces résultats sont satisfaisants.

2) COURROIES TRAPEZOIDALES SANS FIN

On sait que des charges d'électricité statique dangereuses peuvent, dans certains cas, se développer sur des courroies de transmission et s'accumuler, éventuellement, sur des éléments conducteurs isolés, ce qui aggrave le danger.

Ces phénomènes ne se produisent pas si la courroie est suffisamment conductrice.

L'essai décrit plus haut pour les flexibles est appliqué aux courroies pour en vérifier la conductibilité. La courroie est reliée, d'une part, à l'un des pôles de la machine électrostatique et, d'autre part, au sol. Ces deux points de liaison sont écartés au maximum. La conductibilité est suffisante si la tension du pôle de la machine tombe à zéro.

Trois courroies de marque Fenner, présentées par les Ets. V. Poumay, ont donné des résultats satisfaisants.

Ce sont :

- type Premium P.A. 50, longueur 1,50 m, section trapézoïdale : 12/6/9 mm. Résistance d'isolement sous 500 V : 0,5 MΩ.

- type Premium A 144, longueur 3,70 m, section trapézoïdale : 13/8/8 mm.

Résistance d'isolement sous 500 V : 5 MΩ.

- type V. Belt C 96, longueur 2,50 m, section trapézoïdale : 16/12/13 mm.

Résistance d'isolement sous 500 V : 1 MΩ.

Une autre courroie trapézoïdale sans fin marque V.E.C.O., type Dynam 6 E, présentée par les Ets Colmant et Cuvelier, a également été essayée, mais elle ne possédait pas une conductibilité suffisante. La résistance d'isolement mesurée sous 500 V a été trouvée égale à l'infini.

Les décisions et avenants intervenus font l'objet d'un tableau annexe.

En terminant le compte rendu de nos travaux sur l'exercice 1960, il m'est particulièrement agréable de remercier mes collaborateurs MM. Callut, Bracke, Nenquin Guy, Moïny, Samain, Cheppe, Nenquin Georges, Fally, Blin, Brion, Cyprès, Poivre et Durieux, ainsi que M. Goffart, Ingénieur du Service des Explosifs de Belgique, dont l'aide m'a été précieuse pour l'élaboration du présent rapport.

XIII. — AGREATION D'APPAREILS ELECTRIQUES ET AUTRES

Agréation d'appareils.

En 1960, l'Institut National des Mines a proposé à l'agréation cent et un appareils électriques et autres, soit :

— Appareils et matériel électriques : 60.	
Haveuse	1
Moteurs	10
Appareils électriques divers	25

Matériel pour locomotives électriques	2	Divers : Produit de substitution à la masse isolante	1
Matériel d'éclairage sujet à déplacements	5	Appareil de prises d'échantillons de gaz	1
Téléphones et signalisation	7		
Matériel de minage : A. Exploseurs	5		
B. Ohmmètres	2		
C. Lignes de tir	7	Il a été procédé en outre à l'examen de 17 demandes pour modifications d'appareils et matériel agréés :	
— Appareils et matériel divers : 41.		— Moteurs	2
Accessoire pour locomotive Diesel	1	— Appareils électriques divers	8
Ventilateur	1	— Matériel d'éclairage sujet à déplacements	1
Courroies	6	— Téléphone et signalisation	1
Extincteurs : A. à poudre universelle	18	— Lampe électrique portative	1
B. à CO ₂	10	— Exploseurs	2
Produits ignifuges	2	— Empilage pour locomotive Diesel	1
Tuyau pour air comprimé	1	— Extincteur à CO ₂	1

INSTITUT NATIONAL DES MINES

Rapport sur les travaux de 1960

AGREATIONS

TABLEAU - ANNEXE

Liste des appareils électriques et divers

agrés en 1960
sur proposition de l'Institut National des Mines

N.B. — Nous désignons par « demandeur » la firme ayant sollicité l'agrégation. Lorsque le « demandeur » n'est pas le « constructeur », celui-ci est désigné dans la colonne « Observations ».

I. — HAVEUSES

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
5-9-60	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, Liège.	4/60/B/342	Prolongateur de câble pour haveuses électriques, réalisé par les Etablissements Beaupain avec des organes déjà agrés et de fabrication anglaise (firme Anderson Boyes de Motherwell) - Plans B.2259 et B.2260.
8-12-60	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, Liège.	4/60/B/477	Haveuse électrique type A.B.16/100, construite par la firme anglaise Anderson Boyes et C ^o Ltd de Motherwell - Plans C.212 - C.213 et C.214.

II. — MOTEURS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
10-6-60	S.A. Locorail, 91, rue des Palais, Bruxelles.	4/60/B/219	Moteurs asynchrones triphasés types d.E.1 - d.E.2 et d.E.3 220/550 V - 600 à 750 tr/min, 0,1 à 0,135 kW destinés à la commande de dispositifs d'aiguillage - construits par la firme allemande Klose de Hilchenbach.i.W. - Plans 26.21.11 et 26.21.08.

II. — MOTEURS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
7-9-60	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6.	4/60/B/349	Moteur type d.U.O.R. 1792-6 DF. 500 V - 125 A, 970 tr/min, 85 kW, construit par Siemens-Schukert-Werke à Erlanger (Allemagne) - Plan n° M.94.404.
5-10-60	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, Liège.	4/60/B/370	Avenant aux décisions 13F/8776 du 17-9-53 et 4/54/115/4953 du 21-12-54 relatives aux treuils Pikrose S-5 et S-2.A. Remplacement de l'entrée de câble Göthe par un autre type d'entrée de câble - Plan B.2233.
18-10-60	Société Nouvelle Siemens, 6, rue des Augustins, Liège.	4/60/B/416	Moteurs asynchrones triphasés des types d'U.O.R.616-4 DH - d.U.O.R.716-4 DH construits par les usines allemandes Siemens - Plan n° 000.08596.
10-11-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/453	Moteurs asynchrones triphasés types A.K.5.g. 182 C ₁ - 184 C ₁ - 215 C ₁ - 215 C ₁ - Tensions 120 à 500 V, vitesse : 750 à 3.000 tr/min, puissance : 0,37 à 5,5 kW ± 50 % - Plan 1.000.641.
17-11-60	S.A. Locorail, 91, rue des Palais, Bruxelles.	4/60/B/457	Avenant à la décision 4/57/115/2776 du 5-11-57 relative au moteur type d.45/375 - 220 V - 34 A, 6,3 kW, construit par la firme allemande Heinrich Klose à Hilchenbach. Modifications de détail - Plans n° 26.26.20 (3-5-60) et 26.26.18 Blatt 1 (8-1-59).

III. — APPAREILS ELECTRIQUES DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
24-2-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/82	Coffret type D.A.P.g.6 (II) destiné à la protection de matériel divers - Plan 9.105.529.
3-3-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/90	Coffret type D.A.P.g.6 destiné à la protection de matériel divers - Plan 9.105.520.
21-3-60	« Auxiliaire Thermique Electrique et Mécanique », 67, rue d'Arlon, Bruxelles.	4/60/B/107	Boîtier pour vanne à commande électromagnétique, construit par la firme Göthe de Mülheim (Ruhr) - l'appareillage électrique étant fourni par la Sté Concordia de Stuttgart - Plan T.5128.
5-4-60	S.P.R.L. Jema, 18/22, rue de Menin, Bruxelles 8.	4/60/B/137	Ensemble de coffrets pour démarrage moteur à bagues - Plans E.399 et E.399bis.

III. — APPAREILS ELECTRIQUES DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
27-5-60	S.A. « Mécanique Automatique Moderne », 122, Carrière Hautem, Tournai.	4/60/B/201	Electro pilote type E.P.A. - Plan 8632.
9-6-60	Etablissements H.F. Destiné, 33, rue de la Vallée, Bruxelles 5.	4/60/B/216	Avenant aux décisions 13E/7934 du 20-4-51 et 4/36/115/1454 du 21-4-56 relatives à une fiche de prise de courant construite par la firme Victor Products de Wallsend-on-Tyne (Angleterre). Modification de détail - plan P.3454.
10-6-60	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6.	4/60/B/215	Coffret type A.S.B. - Plan 150.191.
13-6-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/217	Avenant à la décision 4/59/B/32 du 4-2-59. Transformateurs triphasés secs des types T.b.Gs.12 - 2955 à 3755 - 6600/600 V - 75 à 300 kW. Plan 2.248.071.
20-6-60	S.A. « Elco », 89bis, rue Bobillot, Paris (15 ^e).	4/60/B/246	Accouplement à courants de Foucault « Elcotron » type E.N.73/3 - Plan 4345.
20-6-60	S.P.R.L. « Emac », 142-144, rue Bara, Bruxelles 7.	4/60/B/250	Coffret type 190 pour interrupteurs à commande extérieure-fusibles ou bornes de raccordement, Tension 600 V, intensité 60 A - Plan 19.000.
12-7-60	S.P.R.L. « Emac », 142-144, rue Bara, Bruxelles 7.	4/60/B/271	Coffret type 180, avec entrées de câble, destiné à la protection d'un ou de plusieurs interrupteurs à commande par manette ou boutons-poussoirs ou à servir de boîte de dérivation - Plan 18.001.A.
17-8-60	S.A. Electromécanique, 19, rue Lambert Crickx, Bruxelles 7.	4/60/B/318	Avenant à la décision 4/57/115/400 du 19-2-57. Coffret de commande faisant partie des ensembles ML.1000.A. et ML.1000.B. et utilisé isolément - matériel construit par Merlin et Gérin de Grenoble (France) - Plan C ^A 7257.
18-8-60	Société Electro-Industrielle, 6, rue des Augustins, Liège.	4/60/B/319	Boîte de jonction type d.5336 pour tension jusque 500 V, construite par la firme allemande Göthe de Mülheim (Ruhr) - Plan T.5336-02.
19-8-60	S.A. Electromécanique, 19, rue Lambert Crickx, Bruxelles 7.	4/60/B/324	Avenant aux décisions 13E/8324 du 28-5-52 et 4/57/115/3278 du 20-12-57 : entrées pour câble souple, types X.D.33 - X.D.34 et X.D.35 avec utilisation facultative d'une bride intermédiaire - matériel construit par Merlin et Gérin de Grenoble (France) - Plan C.7272 et C.7271.

III. — APPAREILS ELECTRIQUES DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
23-8-60	Société Nouvelle Siemens, 6, rue des Augustins, Liège.	4/60/B/326	Entrées pour câble armé (A) de 24 à 30 mm de diamètre, pour câbles souples (B) de 42 à 53 mm de diamètre et bouchon de fermeture (C), le tout construit par les usines allemandes Siemens - Plan M.85.1909.
23-8-60	S.A. Constructions Electriques Schröder à Ans.	4/60/B/327	Presse-étoupe pour câble armé, diamètre 50 mm - Plan 108.662/380.
30-8-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/337	Série d'entrées de câble dénommée « Raccords pour matériel antidéflagrant série S.E. X 30 » - Plan 5.201.908.
31-8-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/339	Manchon type M.R.E.X. rapporté sur boîtiers antigrisouteux - Plan 5.209.055.a.
5-9-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/340	Avenant à la décision 13E/6720 du 28-2-42. Interrupteur à tirer du type I.T.g.2. Modification de détail - Plan 5.209.194.
6-9-60	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	4/60/B/345	Coffret pour disjoncteur 6 kV - Plan 5.1.205.
12-10-60	S.A. Electromécanique, 19, rue Lambert Crickx, Bruxelles 7.	4/60/B/395	Avenant aux décisions 13E/8324 du 28-5-52; 13E/8255 du 13-3-52; 13E/8038 du 6-8-51; 13E/7984 du 8-6-51; 13E/7457 du 31-5-49; 13E/7347 du 28-1-49; 13E/7213 du 3-7-48; 4/58/B/200 du 11-4-58 et 4/56/115/576 du 20-2-56: les verres ordinaires, verres sécurité ou pyrex de voyants des appareils visés dans les décisions ci-dessus peuvent être remplacés par des disques en plexiglas.
12-10-60	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6.	4/60/B/409	Avenant à la décision 4/59/B/148 du 20-3-59 relative au coffret type A.F.M.: utilisation d'un nouveau couvercle pourvu de trois voyants - Plan 151.465.
24-10-60	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6.	4/60/B/430	Coffret type A.S.P. destiné à la protection d'appareils électriques divers - Plan 150.008.
25-10-60	Société Electro-Industrielle, 6, rue des Augustins, Liège.	4/60/B/414	Interrupteur bipolaire à tirette type d.5235-02 construit par la firme allemande Elektro-Apparate - Kom. Ges. Göthe et C ^o à Mülheim - Plan T.5235-02.

III. — APPAREILS ELECTRIQUES DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
27-10-60	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	4/60/B/408	Transformateur triphasé, du type sec. 550/380 V - 20 kVA \pm 5 % - Plan 6.1208.a.
3-11-60	Société d'Electricité et de Mécanique (S.E.M.), 54, chaussée de Charleroi, Bruxelles 6.	4/60/B/435	Radiateur de chauffage, puissance 1,5 kW - Plan 11.739.4.
8-11-60	S.P.R.L. « Emac », 142-144, rue Bara, Bruxelles 7.	4/60/B/445	Fiche de prise de courant tripolaire type 115-600 V, 100 A - Plan 11.501.
9-11-60	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	4/60/B/415	Boîte de dérivation 3.200 V pour câbles armés - Plan E.M.D. 4565.
14-11-60	Etablissements Beaupain, 105, rue de Serbie, Liège.	4/60/B/454	Boîte de dérivation pour coffrets de chantier des types agréés CH ₄ - CF ₄ et CM ₄ - Plans B.2207/3 et U.N. 3934.
14-11-60	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	4/60/B/456	Boîte de dérivation 220 V, 15 A - Plan 3.842.
16-12-60	S.P.R.L. « Emac », 142-144, rue Bara, Bruxelles 7.	4/60/B/508	Dispositif indicateur de niveau « Barbieri » pour tous liquides, type 175 - Plan 17.500 et 17.501.
20-12-60	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	4/60/B/501	Avenant à la décision 4/54/115/1018 du 5-4-54 relative à un coffret pour verrouillage de démarreurs. Modification de détail - Plan E.M.D.4474.

IV. — MATERIEL POUR LOCOMOTIVES ELECTRIQUES

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
19-7-60	S.A. Accumulateurs Tudor, à Florival.	4/60/B/282	Coffret équipé d'une batterie de 40 éléments au plomb de l'un des types 9-1-K-100; 8-1-K-100; 8-1-K-80 ou 8-1-K-70 - Plans F.1723.D (14-4-60) - F.701.DD - F.2855.A.A et F.2534.B.B.
5-10-60	Etablissements Vergaert S.A., 124, rue Verte, Bruxelles 3.	4/60/B/372	Coffret indicateur de décharge Dominil pour batteries d'accumulateurs de locomotives de mines, construit par la Dominilwerke G.m.b.H. à Hoppecke (Allemagne) - Plans 323/73.132.F et 323/73.133.F.

V. — MATERIEL D'ECLAIRAGE SUJET A DEPLACEMENTS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
9-2-60	Compagnie Belge Continentale de Minerais et Métaux, 89, avenue Louise, Bruxelles.	4/60/B/59	Armatures pour tubes fluorescents de 20 et 40 W, construites par la Compagnie Elettrotecnica Italiana de Milan (Italie) - Plan D.21.512/6.
30-8-60	Constructions Electriques Schröder, à Ans-lez-Liège.	4/60/B/336	Armature type F.A.D.240 à deux tubes fluorescents de 40 W - Plan 761.384/0.
5-11-60	Constructions Electriques Schröder, à Ans-lez-Liège.	4/60/B/429	Avenant à la décision 4/60/B/336 du 30-8-1960 relative à une armature à deux tubes fluorescents type FAD.240 de 40 W : réalisation de deux variantes de cette armature, identifiées: type FAD.220 pour 2 tubes de 20 W et FAD.230 pour 2 tubes de 30 W.

VI. — TELEPHONES ET SIGNALISATION

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
18-5-60	S.A. Téléphones Le Las, 131, rue de Vaugirard, Paris (15 ^e).	4/60/B/180	Avenant à la décision 4/54/115/3299 du 1-10-54 : poste téléphonique à batterie centrale type T.L.C. 150.A.G.B. - Plan T.L.C. 150.A.G.B.
24-6-60	S.A. Téléphones Le Las, 131, rue de Vaugirard, Paris (15 ^e).	4/60/B/236	Avenant à la décision 13E/5429 du 11-6-51 : poste téléphonique à micro tournant, type C.S.B.G. modifié en poste combiné microtéléphonique et second récepteur - Plan T.L.C.126.A.G.B. du 7-1-60.
12-9-60	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt à Dampremy.	4/60/B/341	Boîte de dérivation téléphonique 10 A. 220 V - Plan 5.1.254.
5-10-60	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6.	4/60/B/373	Postes téléphoniques d.G.s.stat 1a ou 1b, montés en coffrets antigrisouteux agréés, de même que les lignes de raccordement de ces postes au central automatique Kleinautomat 28/4, alimentés sous tension continue de 24 V (matériel de sécurité intrinsèque) - Plans 530.341 - 546.502 et 154.450.
17-10-60	Usines Balteau, rue de Serbie, Liège.	4/60/B/394	Détecteur de bruits type D.A.C.6 (appareil de sécurité intrinsèque) - Plan 425.881.
21-10-60	Bell Telephone Manufacturing Co, 1, Francis Welles plein, Antwerpen.	4/60/B/415	Combiné micro-téléphonique destiné à l'équipement de coffrets téléphoniques déjà agréés - Plan M.T.P.75.538.

VI. — TELEPHONES ET SIGNALISATION

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
24-10-60	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt, Dampremy.	4/60/B/410	Boîte de dérivation combinée avec boîtier lumineux - Plans EMD.6.1234 et EMD.5.1221.
12-12-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/500	Trompes à membrane types T.A.E.X. et T.C.E.X. - Plan 3.201.870.a.

VII. — LAMPE ELECTRIQUE PORTATIVE

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
9-2-60	Les Ateliers Mécaniques de et à Morlanwelz-Hayettes.	4/60/B/58	Avenant à la décision 4/58/B/438 du 22-8-58 relative à la lampe chapeau type M.L.D. construite par la firme allemande C.E.A.G. de Dortmund. Modification de la fermeture du couvercle de la batterie - Plan CEAG 1201/1301/304(2).

VIII. — MATERIEL DE MINAGE

A. — Exploseurs

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
24-6-60	S.A. Sertra, 32/34, rue A. Masquelier, Mons.	4/60/B/237	Avenant à la décision 13E/6421 du 5-9-59 relative à l'exploseur type ZEB/A.80 construit par la firme Ernst Brün de Krefeld. Modification de détail et réduction à 4 ms de la durée de passage du courant - Plan 115.00.
14-7-60	S.A. Sertra, 32/34, rue A. Masquelier, Mons.	4/60/B/270	Avenant à la décision 13E/6103 du 15-10-57. Exploseur type E.S.m.z.2.1.c. 100 ohms, construit par la firme Siemens et modifié par la Sertra : réduction à 4 ms de la durée de passage du courant.
23-8-60	S.A. Sertra, 32/34, rue A. Masquelier, Mons.	4/60/B/325	Exploseur Sertra type 4-100 durée maximum lancé du courant : 4 ms, intensité requise : 1,25 A, résistance du circuit : 275 ohms. L'appareillage est protégé par une enveloppe en métal léger analogue à celle de l'exploseur type 3/50 agréé par la décision 13D/6236 du 17-5-49 - Plan A.10.031.A.

VIII. — MATERIEL DE MINAGE

A. — Exploseurs

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
8-12-60	S.A. Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale, Bruxelles 1.	4/60/B/490	Exploseur type 750, 1. 25 A, 510 ohms construit par la firme Schaeffler de Vienne (Autriche) - Plans 30.750/I - 30.750/II - 30.750/III et 30.750/IV.
12-12-60	S.A. Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale, Bruxelles 1.	4/60/B/492	Exploseur type 350 - 1.25 A, 110 ohms, construit par la firme Schaeffler de Vienne (Autriche) - Plans 30.350/I - 30.350/II et 30.350/III.
B. — Ohmmètres			
11-5-60	S.A. Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale, Bruxelles 1.	4/60/B/170	Ohmmètre du type Dreom, construit par la firme Schaeffler de Vienne (Autriche) - Plan 30-1149/1.
12-5-60	S.A. Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale, Bruxelles 1.	4/60/B/171	Ohmmètre du type Dreomin construit par la firme Schaeffler de Vienne (Autriche) - Plan 30-1148.
C. — Lignes de tir			
12-9-60	Câbleries et Corderies du Hainaut, à Dour.	4/60/B/347	Ligne de tir à 2 conducteurs comportant chacun 5 fils de cuivre et 2 fils d'acier, tous de 0,4 mm de diamètre - enveloppe en chlorure de polyvinyle de couleur jaune.
15-9-60	Câbleries et Corderies du Hainaut, à Dour.	4/60/B/348	Ligne de tir à un seul conducteur comportant 5 fils de cuivre et 2 fils d'acier, tous de 0,4 mm de diamètre - enveloppe en chlorure de polyvinyle de couleur jaune.
14-11-60	S.A. Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale, Bruxelles 1.	4/60/B/515	Ligne de tir à un seul conducteur composé de 4 fils de cuivre recuit, non étamés, de 0,52 mm de diamètre - enveloppe en chlorure de polyvinyle.
14-11-60	S.A. Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale, Bruxelles 1.	4/60/B/455	Ligne de tir à un seul conducteur constitué de 8 fils de cuivre recuit, étamés, de 0,45 mm de diamètre - enveloppe en chlorure de polyvinyle.
22-11-60	S.A. Poudreries Réunies de Belgique, 145, rue Royale, Bruxelles 1.	4/60/B/460	Ligne de tir à deux conducteurs accolés comportant chacun 4 fils de cuivre recuit, non étamés, de 0,52 mm de diamètre - enveloppe en chlorure de polyvinyle.
13-12-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/515	Ligne de tir à un seul conducteur composé de 5 fils de cuivre recuit, non étamés et de 2 fils d'acier, tous de 0,4 mm de diamètre - enveloppe en chlorure de polyvinyle.
13-12-60	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/60/B/516	Ligne de tir à deux conducteurs accolés. Chaque conducteur est constitué de 5 fils de cuivre recuit, non étamés, et de 2 fils d'acier, tous de 0,4 mm de diamètre - enveloppe en chlorure de polyvinyle.

IX. — LOCOMOTIVES DIESEL ET ACCESSOIRES

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
10-2-60	M. Charles Vandendooren, 29, boulevard Général Wahis, Bruxelles.	4/60/B/57	Empilage de protection à nettoyage automatique type Roleco - Plan 959.120.4.
8-11-60	M. Charles Vandendooren, 29, boulevard Général Wahis, Bruxelles.	4/60/B/452	Avenant à la décision 4/60/B/57 du 10-2-60 relative à un empilage de protection Roleco - Modification de détail. - Plan 10.60.20.E.I.

X. — VENTILATEUR

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
25-8-60	S.A. «D.E.P.», 121, rue d'Othée, Ans (Liège).	4/60/B/350	Ventilateur type VT 200/300 actionné par moteur électrique Siemens type DOR.1172 agréé par décision 13E/6136 du 18-11-57 - Plan n° 3421.

XI. — COURROIES

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
25-5-60	S.A. « Carbomine », 28, rue Alfred Giron, Bruxelles 5.	4/60/B/196	Courroie Emerge, type A.F. - 5 plis - revêtement chlorure de polyvinyle fabriquée par Chemolimpex à Budapest, (Hongrie).
31-5-60	S.A. pour la Fabrication d'Articles en caoutchouc Carideng, à Lanaken.	4/60/B/202	Courroie Carideng - Néoprène, ininflammable INM/C., 6 plis.
2-6-60	« Trelleborgs Gummfabriks Aktiebolag », à Trelleborg (Suède).	4/60/B/212	Courroie Trelleborg anti-flamme 5.Z.660 5/2 + 2, 5 plis, revêtement néoprène.
4-7-60	S.A. Englebert, 1, rue des Venes, Liège.	4/60/B/258	Courroie type L.M.I.N.81, 5 plis, revêtement néoprène.
2-8-60	S.P.R.L. « Obigec », 47, rue Fontaine d'amour, Bruxelles 5.	4/60/B/299	Courroie 2 plis Silverstown - T. 150.590, revêtement chlorure de polyvinyle.
3-8-60	Firme Prochar, 27, rue St-Jean, Anderlues.	4/60/B/302	Courroie 4 plis térylène marque « Rifflex » type 1800-R.S.2 Cover 1,2 mm D, revêtement chlorure de polyvinyle.

XII. — EXTINCTEURS

A. — à poudre universelle

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
24-3-60	« Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles.	4/60/B/126	Extincteur à poudre universelle, type P.K.10.U. - Plan I.N.M. 118.60.
24-3-60	« Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles.	4/60/B/127	Extincteur à poudre universelle, type P.9. - Prospectus Philips et Pain, réf. 2607.
24-3-60	« Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles.	4/60/B/128	Extincteur à poudre universelle, type P.H.7 - Plan I.N.M. 119.60.
24-3-60	« Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles.	4/60/B/129	Extincteur à poudre universelle, type P.H. 12 - Plan I.N.M. 120/60.
24-3-60	Extincteurs « Sikli », 38 avenue Neybergh, Bruxelles 2.	4/60/B/113	Extincteur à poudre universelle, type P.6.A - Plan P.6.A.
24-3-60	Extincteurs « Sikli », 38 avenue Neybergh, Bruxelles 2.	4/60/B/112	Extincteur à poudre universelle, type P.12.A blindé - Plan P.12.A.B.
24-3-60	Extincteurs « Sikli », 38 avenue Neybergh, Bruxelles 2.	4/60/B/114	Extincteur à poudre universelle, type P.10.A - Plan P.10.A.
24-3-60	S.A. « Turex », 76, Drève Ste-Anne, Bruxelles.	4/60/B/120	Extincteur à poudre universelle, type P.6 - Plan A.4006.
24-3-60	S.A. « Turex », 76, Drève Ste-Anne, Bruxelles.	4/60/B/121	Extincteur à poudre universelle, type P.12 - Plan 4012.
24-3-60	S.A. « Turex », 76, Drève Ste-Anne, Bruxelles.	4/60/B/122	Extincteur à poudre universelle, type P.9. - Plan 4.009.
24-3-60	S.A. « Turex », 76, Drève Ste-Anne, Bruxelles.	4/60/B/133	Extincteur à poudre universelle, type P.3. - Plan 4003.
25-3-60	S.A. « Sikli », 38, avenue Neybergh, Bruxelles 2.	4/60/B/115	Extincteur à poudre universelle, type P.12.A - Plan P.12.A.
25-3-60	S.A. « Turex », 76, Drève Ste-Anne, Bruxelles.	4/60/B/123	Extincteur à poudre universelle, type P.10 blindé - Plan n° A.4010.
1-4-60	« Compagnie Industrielle de Matériel contre l'Incendie », 29, rue de Tivoli, Bruxelles 2.	4/60/B/136	Extincteur P.G.10 brut, blindé, type 1 (10 litres) à poudre universelle, construit par la firme Concordia de Dortmund (Allemagne) - Plan I.N.M. 126/60.
1-8-60	S.A. « Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles 18.	4/60/B/205	Extincteur K.O.P.2 à poudre universelle - Plan n° 82.A.

XII. — EXTINCTEURS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
2-8-60	S.A. « Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles 18.	4/60/B/296	Extincteur K.O.P.3 à poudre universelle - Plan n° 82.
5-8-60	S.A. « Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles 18.	4/60/B/301	Extincteur à poudre universelle, type Rodéo, 2 litres - Prospectus n° 2605.
21-10-60	S.A. « Sicli », 58, avenue Neybergh, Bruxelles 2.	4/60/B/426	Extincteur à poudre universelle, type P.3.A - Plan 151/60.
B. — à CO ₂			
24-3-60	S.A. « Turex », 76, Drève Ste-Anne, Bruxelles.	4/60/B/119	Extincteur à CO ₂ , type CO ₂ /5 - Plan 3001.
24-3-60	S.A. « Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles 18.	4/60/B/124	Extincteur à CO ₂ de 5 kg, type C ₅ A.C. - Plan I.N.M. 125.60.
24-3-60	« Compagnie Industrielle de Matériel contre l'Incendie », 29, rue de Tivoli, Bruxelles 2.	4/60/B/130	Extincteur à CO ₂ , type K.S.S.5, construit par la firme Concordia de Dortmund (Allemagne) - Plan I.N.M. 124.60.
24-3-60	S.A. « Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles 18.	4/60/B/134	Extincteur à CO ₂ , type C ₂ A.C., 2 kg - Prospectus Philips et Pain, réf. 3004.
25-3-60	S.A. « Sicli », 58, avenue Neybergh, Bruxelles 2.	4/60/B/116	Extincteur à CO ₂ de 5 kg - Plan I.N.M. 121.60.
25-3-60	S.A. « Sicli », 58, avenue Neybergh, Bruxelles 2.	4/60/B/117	Extincteur à CO ₂ de 1,45 kg, type Labo - Plan I.N.M. 123.60.
25-3-60	S.A. « Sicli », 58, avenue Neybergh, Bruxelles 2.	4/60/B/118	Extincteur à CO ₂ de 2 kg - Plan I.N.M. 122.60.
25-3-60	S.A. « Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles 18.	4/60/B/125	Extincteur à CO ₂ de 6 kg, type C.6.A.C.L. - Prospectus Philips et Pain, réf. 3018.
12-7-60	S.A. « Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles 18.	4/60/B/276	Avenant aux décisions 4/60/B/134 - 4/60/B/124 et 4/60/B/125 des 24 et 25-3-60 relatives à des extincteurs à CO ₂ de 2,5 et 6 kg. Modifications de détail - Plans Météor Minimax 252.100 - Ets. Philips et Pain 5465/21038 - Minimax 1048.0 - Météor Minimax 127.60.

XII. — EXTINCTEURS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
4-8-60	S.A. « Protection Générale Incendie », 151, rue de Stalle, Bruxelles 18.	4/60/B/297	Extincteur à CO ₂ , type C.2.D. - Plans 128.60 et 23.2.500.
18-10-60	S.A. « Sicli », 58, avenue Neybergh, Bruxelles 2.	4/60/B/406	Extincteur à CO ₂ , type G.6, capacité 6 kg - Plan 129.60.

XIII. — PRODUITS IGNIFUGES

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
17-5-60	Allgemeine Holzimprägnierung Dr. Wolman G.m.b.H., Sinzheim bei Baden-Baden (Allemagne).	4/60/B/105	Produit ignifuge « Minolith » pour l'imprégnation des bois.
18-5-60	« Comptoir de spécialités pour l'Industrie », 45, chaussée de Charleroi, Bruxelles.	4/60/B/104	Produit ignifuge « Basilit. I.F. » pour imprégnation des bois, fabriqué par les usines Bayer.

XIV. — TUYAU POUR AIR COMPRIME

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
25-2-60	S.A. « Unicomin », 41, rue de la Science, Bruxelles 4.	4/60/B/85	Tuyau Dunlop 405.C.A. reconnu de sécurité quant à l'écoulement au sol des charges d'électricité statique.

XV. — DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
12-5-60	Etablissements Drugmand et Meert, 70A, rue des Quatre Vents, Bruxelles 8.	4/60/B/169	Produit de substitution à la masse isolante, dénommé « Scotchcast Brand Resin n° 4 » fabriqué par la Minnesota Mining and Manufacturing Cy à Saint-Paul (Minnesota) (U.S.A.).
15-10-60	Tool Importers Ltd, 41/43, Praed Street, London W.2.	4/60/B/407	Appareil de prises d'échantillons de gaz - Photographie n° 150.60.