

**RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE 1959**  
de  
**L' INSTITUT NATIONAL DES MINES**  
**à Pâturages**

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

---

**SAMENVATTING**

**I. Springstoffen.**

1) Erkenning van springstoffen.

*Drie formules van springstoffen met ionen-uitwisseling (Charbrite 41, Arionite en Nitrocoopalite 8), alsook een formule van een omhulde V.G.S. springstof (Alkalite II) werden goedgekeurd.*

2) Ontploffingssnelheid van springstoffen met ionen-uitwisseling.

*Proeven hebben uitgewezen dat de ontploffingssnelheid van deze springstoffen met uitgewisselde ionen, voor patronen met een doormeter van ongeveer 30 mm en 1,2 dichtheid, rond de 1.700 m/s schommelt.*

3) Toezicht op springstoffen.

*Talrijke monsters van springstoffen met ionen-uitwisseling alsook van omhulde V.G.S. springstoffen werden genomen, zowel in de kolenmijnen als in de bergplaatsen van de fabrikanten. Er werd overgegaan tot ongeveer 200 schietproeven met springstoffen met ionen-uitwisseling en 100 schietproeven met omhulde V.G.S. springstoffen.*

4) Uitkokende deflagratie.

*Een dertigtal schietproeven werden uitgevoerd in de cilindrische mortier in de omstandigheden het meest geschikt tot het verwezenlijken van dit verschijnsel.*

*Het aantal uitgevoerde proeven laat evenwel nog niet toe tot enig besluit te komen. Deze studie zal in 1960 voortgezet worden.*

5) Studie van schietwerk met Hydrobel-springstof.

*Deze methode, die betrekkelijk veel toegepast wordt in Engeland, bestaat erin Hydrobelspringstoffen te gebruiken in mijngaten gevuld met water onder druk en in dewelke voorafgaandelijk water ingespoten werd.*

*Wat de kracht betreft is deze springstof gelijkend met onze springstof dynamiet type III.*

*Aangezien de Hydrobelspringstof slechts veilig is wanneer ze onder water gebruikt wordt, kan deze methode slechts veilig zijn met momentontstekers doch is naar onze mening niet gevaarloos met tijdontstekers, gezien het feit van het onthoofdingsverschijnsel dat zich kan voordoen en het water toelaten uit het boorgat te ontsnappen vóór de ontploffing.*

## 6) Samenstelling der gassen afkomstig van schietwerk.

*Het gebruik van springstoffen geeft aanleiding tot het vrijkomen van giftige gassen die in de mijnen reeds incidenten en zelfs ongevallen veroorzaakt hebben. Deze giftige gassen zijn vooral: kool- en stikstofoxyden.*

*De studie hieromtrent aangevat is bezig en zal voortgezet worden, ten einde tot praktische besluiten te komen.*

**II. Slagpijpjes.**

## 1) Veiligheid van slagpijpjes ten opzichte van het mijngas.

*Op de slagpijpjes met vertraging werd een groot aantal proeven uitgevoerd. Vastgesteld werd dat de zogenaamde « mijngasveilige » slagpijpjes merkkelijk veiliger zijn dan de gewone.*

*Het is dan ook om deze reden dat het gebruik van deze slagpijpjes vanaf 1 januari 1960 verplichtend werd gemaakt.*

*In bepaalde omstandigheden, wanneer ze alleen in de open lucht ontploffen, zijn nog tekortkomingen waar te nemen. Indien ze echter tot ontploffing komen in een patroon veiligheidsspringstof dan blijken ze zeer veilig te zijn.*

*Het is dus aangewezen, in de praktijk, aldus te werken, dat de slagpijpjes niet verwijderd kunnen worden uit de ontstekingspatroon, welke krachten tijdens het schietwerk op deze ook inwerken.*

## 2) Studie van schietincidenten te wijten aan de slagpijpjes.

*Ingevolge verscheidene mislukkingen in steengangen waar 50 tot 70 mijnen tegelijkertijd afgevuurd werden, werd vastgesteld dat de frekwentie dezer mislukkingen slechts gedeeltelijk kon verklaard worden door een fout in de isolatie opgelopen door enkele slagpijpjes tijdens de fabricatie.*

*Aangezien het hier een zeer hard gesteente betrof waarin het boren met waterspoeling toegepast werd, is het niet uitgesloten dat, tijdens het laden, de draden van de slagpijpjes, die omheen de ontstekingspatroon gewikkeld worden, tegen de zandsteenwand van de boorgaten schuurden, zodat isolatiefouten bekomen werden die eveneens mislukkingen kunnen veroorzaken.*

**III. Veiligheid en gezondheid bij het mijnschietsen.**

## A. Studie van nieuwe werkmiddelen.

## 1) Hydraulische opvulling.

*Deze bestaat uit een huls vervaardigd uit een soepele plastische stof opgevuld met water, met of zonder toevoeging van bijkomende produkten.*

*Ontstaan in België, omstreeks 1953, wordt ze heden op grote schaal toegepast in het buitenland en namelijk in Engeland, Duitsland en Nederland.*

*De opvullingsprop, eenvoudig tegen de lading van het mijngat geschoven, biedt de grootste veiligheid bij schietwerk met momentontstekeis.*

*Met slagpijpjes met vertraging, althans wanneer dynamiet of brisante springstof gebruikt wordt, is het nodig de opvullingsprop in het boorgat vast te zetten.*

## 2) Middel ter bevestiging van het slagpijpje in de ontstekingspatroon.

*De slagpijpjes bieden meer veiligheid wanneer ze tot ontploffing worden gebracht in een patroon veiligheidsspringstof dan wanneer ze in de openlucht ontploffen.*

*Het is dus nodig, wanneer de slagpijpjes in de ontstekingspatroon zijn aangebracht, ze er niet meer uit verwijderd kunnen worden. Een middel om het slagpijpje in de ontstekingspatroon te behouden bestaat erin de ontstekingspatroon aan te brengen in een soepele plastiek huls waarvan een uiteinde toegelast is en het andere uiteinde toegeknoopt wordt met de draden van het slagpijpje. Deze werkwijze heeft als bijkomende voordeel te vermijden, dat de draden van het slagpijpje, waarmede gewoonlijk een knoop omheen de patroon gelegd wordt, nog tegen de wand van het boorgat schuren.*

## 3) Middel ter vergroting van de veiligheid bij schietwerk met dynamiet.

*In elk boorgat wordt, als ontstekingspatroon, een patroon veiligheidsspringstof gebruikt; een mijngasveilig slaghoedje wordt in deze patroon aangebracht bij middel van de bovengenoemde huls*

en een hydraulische prop, van passende lengte, wordt geplaatst tussen de ontstekingspatroon en de dynamietlading.

Tenzij in een uitzonderlijk geval is het doel van deze werkwijze niet de vervanging van veiligheidsspringstof door dynamiet ; de bedoeling is de veiligheid te vergroten van de schietwerken waarbij gewoonlijk dynamiet gebruikt wordt.

#### B. Studie van de opvulling met zand.

De opvulling bij middel van zakjes gevuld met zand kan een zeker gevaar bieden ten opzichte van het mijngas, wanneer een springstof gebruikt wordt, die geen veiligheidsspringstof is.

Anderzijds geeft deze opvulling, tijdens het schieten, aanleiding tot het ontstaan van stof dat silicium bevat in grote verhouding. In Duitsland is het gebruik van opvullingsmateriaal, dat meer dan 1 % silicium in vrije toestand bevat, verboden.

#### IV. Benodigheden voor het schieten.

Verschillende schietmachines en een ohmmeter werden erkend.

#### V. Propaganda voor de veiligheid bij het schieten.

1125 personen (schietmeesters vergezeld van ingenieurs) hebben proeven bijgewoond die wijzen op het gevaar van het mijngas en het ontvlambare kolenstof.

#### VI. Diesellokomotieven.

De studie over de veiligheid der vlamgrendels werd voortgezet en een vlamgrendel, die met een kam gereinigd kan worden, werd erkend.

#### VII. Elektrische batterijlokomotieven voor de mijnen.

Een batterij wordt onderworpen aan de erkenningsproeven ; de studie ervan is evenwel nog niet beëindigd.

#### VIII. Elektrische toestellen en elektrische kringlopen van intrinsieke veiligheid.

Een meetbrug uitgerust met transistoren, een telefoontoestel uitgerust met transistoren, een radio-telefonisch zend- en ontvangstoestel, een signaal-lamp, een toestel met radioactieve isotopen om het peil te meten en een automatische telefoon-centrale werden erkend.

#### IX. Brandvoorkoming.

##### 1) Transportbanden.

46 nieuwe transportbanden werden beproefd ; 18 ervan werden erkend.

##### 2) Brandwerende middelen.

2 brandwerende middelen « om te impregneren » en een ander « om te bestrijken » werden beproefd ; alle drie zijn geschikt om de uitbreiding van een brand op een grote schaal tegen te werken.

##### 3. Onontvlambare oliën.

Acht verschillende types van olie werden onderworpen aan de zogenaamde test der « verstuijde straal ». Deze proef bestaat er in de straal van fijn verstuijde olie, bij een drukking van 70 kg/cm<sup>2</sup>, te benaderen met de vlam van een oxy-acetyleen brander.

Drie dezer beproefde oliën hebben aan deze test voldaan.

#### X. Brandbestrijding.

##### 1) Blusapparaten.

De erkenningsvoorwaarden voor de draagbare blusapparaten, bestemd voor het gebruik in de ondergrondse werken, werden verder uitgewerkt. Deze hebben het voorwerp uitgemaakt van de omzendbrief van het Algemeen Mijnbestuur n° 116 dd 24 augustus 1959.

*Blusapparaten met universeel poeder en schuimverwekkende blusapparaten werden onderzocht. Vier blusapparaten met universeel poeder werden erkend. Wat de schuimverwekkende blusapparaten betreft, hun onderzoek zal in 1960 voortgezet worden.*

- 2) Reddingsapparaten.  
*Een ademhalingsstoestel werd beproefd en erkend.*

**XI. Opzoekingen van het scheikundig laboratorium.**

**XII. Mijngasmeting.**

**XIII. Diverse opzoekingen.**

A. *Twee vlamgrenzels voor acetylene slang worden beproefd, doch bleken niet veilig te zijn.*

B. *Antistatisch materieel.*

*Een trommel voor een transportband en drie perslucht slangen werden onderzocht en hebben vol-doening gegeven.*

**XIV. Erkennung van elektrische en andere toestellen.**

*Een gedetailleerde lijst is gegeven in bijvoegsel.*

**RESUME**

**I. Explosifs.**

- 1) Agréation d'explosifs.

*Trois formules d'explosifs à ions échangés (Charbrite 41, Arionite et Nitrocooppalite 8), ainsi qu'une formule d'explosifs S.G.P. gainés (Alkalite II) ont été agréées.*

- 2) Vitesse de détonation des explosifs à ions échangés.

*Les expériences ont montré que la vitesse de détonation de ces explosifs à ions échangés est de l'ordre de 1.700 m/s pour des cartouches ayant un diamètre d'environ 30 mm et 1,2 de densité de l'explosif.*

- 3) Contrôle des explosifs.

*De nombreux échantillons d'explosifs à ions échangés et d'explosifs S.G.P. gainés ont été prélevés, tant dans les charbonnages que dans les dépôts des fabricants.*

*Il a été procédé à environ 200 tirs avec les explosifs à ions échangés, et à environ 100 tirs avec les explosifs S.G.P. gainés.*

- 4) Déflagration fusante.

*Une trentaine de tirs ont été effectués dans le mortier cylindrique dans les conditions les plus propices à la réalisation de ce phénomène.*

*Le nombre d'essais est insuffisant pour tirer des conclusions. L'étude sera poursuivie en 1960.*

- 5) Etude du tir à l'Hydrobel.

*Ce procédé, qui est assez répandu en Angleterre, consiste à tirer l'explosif « Hydrobel » dans des trous de mine remplis d'eau sous pression, dans lesquels on a, au préalable, pratiqué l'injection d'eau.*

*Au point de vue de sa puissance, l'explosif en question est analogue à notre dynamite III.*

*L'explosif « Hydrobel » n'étant de sécurité que s'il est tiré sous eau, le procédé peut être de sécurité avec les détonateurs instantanés mais il n'est pas, à notre avis, sans danger avec les détonateurs à retard du fait des phénomènes de décapitation qui peuvent se produire et permettre à l'eau du trou de mine de s'échapper avant l'explosion.*

## 6) Composition des gaz dégagés lors du tir des mines.

Les tirs de mine donnent lieu à un dégagement de gaz toxiques qui ont déjà provoqué des incidents et même des accidents dans les mines. Ces gaz toxiques sont surtout : l'oxyde de carbone et les oxydes d'azote. L'étude entreprise à ce sujet est en cours et sera poursuivie pour arriver à des conclusions pratiques.

**II. Détonateurs.**

## 1) Sécurité des détonateurs vis-à-vis du grisou.

De très nombreux essais ont été faits sur les détonateurs à retard. Il a été constaté que les détonateurs dits « antigrisouteux » sont beaucoup plus sûrs que les ordinaires.

C'est la raison pour laquelle il a été décidé de les imposer dans les mines à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1960.

Ils sont cependant encore déficients, dans certaines conditions, lorsqu'ils sautent seuls à l'air libre mais, s'ils explosent dans une cartouche d'explosif de sécurité, ils paraissent être très sûrs. Il est donc indiqué de faire en sorte que, dans la pratique, les détonateurs ne puissent sortir de la cartouche-amorce quelles que soient les sollicitations auxquelles celle-ci puisse être soumise pendant le tir.

## 2) Etude d'incidents de minage dus aux détonateurs.

A la suite de nombreux ratés dans des boueux où l'on tirait de l'ordre de 50 à 70 mines à la fois, il a été constaté que le défaut d'isolement d'origine de certains détonateurs ne pouvait expliquer que partiellement la fréquence des ratés en cause.

Comme il s'agissait de roches très dures dans lesquelles on pratiquait le forage à l'eau, il n'est pas exclu que, lors du chargement, le frottement des fils du détonateur, entourant la cartouche-amorce, contre la paroi de grès des trous ait pu provoquer des défauts d'isolement susceptibles d'entraîner également des ratés.

**III. Sécurité et salubrité des tirs de mine.**

## A. Etude de nouveaux procédés.

## 1) Bourrage hydraulique.

Il consiste en une enveloppe en matière plastique souple, remplie d'eau, avec ou sans additifs.

Après avoir pris naissance, en Belgique, vers 1953, il est appliqué actuellement, sur une grande échelle, dans les pays étrangers et notamment en Angleterre, en Allemagne et aux Pays-Bas.

Simplement placé contre la charge dans le trou de mine, il présente la plus grande sécurité pour les tirs avec détonateurs instantanés.

Avec les détonateurs à retard, il convient de caler l'enveloppe dans le trou de mine, tout au moins avec la dynamite et les explosifs brisants.

## 2) Disposition de fixation du détonateur dans la cartouche-amorce.

Les détonateurs sont plus sûrs lorsqu'ils explosent dans une cartouche d'explosif de sécurité que s'ils sautent seuls à l'air libre.

Il convient donc, lorsqu'ils sont placés dans la cartouche-amorce, qu'ils ne puissent en sortir. Un dispositif permettant de réaliser une solidarité efficace consiste à introduire la cartouche-amorce dans une gaine en plastique souple dont une extrémité est soudée et dont l'autre est ligaturée avec les fils du détonateur. Ce procédé présente, en outre, l'avantage d'éviter le frottement, contre la paroi du trou de mine, des fils du détonateur avec lesquels on fait, habituellement, un nœud coulant autour de la cartouche.

## 3) Moyen d'accroître la sécurité des tirs à la dynamite.

Dans chaque trou de mine, on utilise une cartouche d'explosif de sécurité comme cartouche-amorce ; un détonateur antigrisouteux est fixé dans cette cartouche au moyen de la gaine précitée et un tampon hydraulique, de longueur appropriée, est intercalé entre la cartouche-amorce et la charge de dynamite.

Sauf cas exceptionnel, ce procédé n'est pas destiné à permettre le remplacement des explosifs de sécurité par de la dynamite ; son but est d'accroître la sécurité des tirs qui se font normalement à la dynamite.

#### B. Etude du bourrage au sable.

*Le bourrage au moyen de sachets de sable peut constituer un danger vis-à-vis du grisou lorsque l'on emploie des explosifs qui ne sont pas de sécurité.*

*D'un autre côté, lors du tir, ce bourrage donne naissance à des poussières de silice, en proportion élevée.*

*En Allemagne, il est interdit d'utiliser, dans les mines, des matériaux de bourrage contenant plus de 1 % de silice libre.*

#### IV. Matériel de minage.

*Des exposeurs et un ohmmètre ont été agréés.*

#### V. Propagande pour la sécurité du minage.

*1.125 personnes (boutefeux en compagnie d'ingénieurs) ont assisté à des expériences montrant le danger du grisou et des poussières inflammables.*

#### VI. Locomotives diesel.

*L'étude de la sécurité des empilages a été poursuivie et un empilage à nettoyage par petgne a été agréé.*

#### VII. Locomotives électriques à accumulateurs pour les mines.

*Une batterie est soumise aux essais d'agrément, mais l'étude n'en est pas encore terminée.*

#### VIII. Appareils et circuits électriques de sécurité intrinsèque.

*Un pont de mesure à transistors, un poste téléphonique à transistors, un émetteur récepteur radiotéléphonique, une lampe-signal, un détecteur de niveau à isotope radioactif et un central téléphonique ont été agréés.*

#### IX. Prévention des incendies.

##### 1) Courroies transporteuses.

*46 courroies neuves ont été essayées et 18 ont été agréées.*

##### 2) Ignifuges.

*Deux ignifuges à utiliser par imprégnation et un autre par badigeonnage ont été essayés, tous trois sont capables d'empêcher, dans une large mesure, la propagation d'un incendie.*

##### 3) Huiles ininflammables.

*Huit types d'huiles ont été essayés au test du « jet pulvérisé ». Ce test consiste à approcher la flamme d'un chalumeau oxyacétylénique d'un jet d'huile finement pulvérisée, sous une pression de 70 kg/cm<sup>2</sup>.*

*Trois des huiles essayées ont satisfait à ce test.*

#### X. Lutte contre les incendies.

##### 1) Extincteurs.

*Les conditions d'agrément des extincteurs portatifs, destinés aux travaux souterrains, ont été élaborées. Elles ont fait l'objet de la circulaire n° 116 du 24 août 1959 de la Direction générale des Mines.*

*Des extincteurs à poudre universelle et des extincteurs à mousse ont été examinés.*

*Quatre extincteurs à poudre universelle ont été agréés.*

*Quant aux extincteurs à mousse, leur examen sera poursuivi en 1960.*

##### 2) Appareils de sauvetage.

*Un appareil respiratoire a été expérimenté et a pu être agréé.*

**XI. Travaux des laboratoires de chimie.**

**XII. Grisoumétrie.**

**XIII. Recherches diverses.**

A. Deux dispositifs coupe-flamme pour tuyaux d'acétylène ont été essayés, mais ne se sont pas révélés de sécurité.

B. Matériel antistatique.

Un rouleau pour transporteur à courroie et trois types de tuyaux flexibles pour air comprimé ont été examinés et ont donné des résultats satisfaisants.

**XIV. Agrégation d'appareils électriques et autres.**

Une liste détaillée est donnée en annexe.

**SOMMAIRE**

	Pages
<b>I. Explosifs.</b>	
1) Agrégation d'explosifs ... ..	714
2) Vitesse de détonation des explosifs à ions échangés ... ..	715
3) Contrôle des explosifs ... ..	716
4) Déflagration fusante ... ..	716
5) Etude de l'Hydrobel ... ..	718
6) Composition des gaz dégagés lors du tir des mines ... ..	721
<b>II. Détonateurs.</b>	
1) Sécurité des détonateurs vis-à-vis du grisou ... ..	724
2) Etude d'incidents de minage dus aux détonateurs ... ..	727
<b>III. Sécurité et salubrité des tirs de mines.</b>	
A) Etude de nouveaux procédés ... ..	731
1) Bourrage hydraulique ... ..	731
2) Dispositif de fixation du détonateur dans la cartouche-amorce ... ..	731
3) Moyen d'accroître la sécurité des tirs à la dynamite ... ..	732
B) Etude du bourrage au sable ... ..	734
Salubrité - Sécurité. ... ..	734
<b>IV. Matériel de minage.</b>	
1) Exploseurs ... ..	737
2) Ohmmètres ... ..	737
<b>V. Propagande pour la sécurité du minage.</b> ... ..	738
<b>VI. Locomotives Diesel.</b>	
1) Fonctionnement des moteurs diesel en atmosphère grisouteuse ... ..	738
2) Empilage coupe-flamme à nettoyage par peigne Roleco ... ..	741
<b>VII. Locomotives électriques à accumulateurs pour les mines.</b>	743
<b>VIII. Appareils et circuits électriques de sécurité intrinsèque.</b>	
A) Appareils de sécurité intrinsèque ... ..	744
1) Pont de mesure à transistors Peekel T. 200 ... ..	744
2) Poste téléphonique à transistor TT. 55 de Fernsprech-Zubehör-Dienst	747
3) Emetteur récepteur radiotéléphonique Mayday pour le fond ... ..	747
4) Lampe signal Friemann et Wolff ... ..	747
B) Circuits de sécurité intrinsèque ... ..	748

1) Détecteur de niveau à isotope radioactif E.T.A. 1 ... ..	748
2) Central automatique Siemens « Kleinautomat 28/4 » ... ..	748
<b>IX. Prévention des incendies.</b>	
1) Courroies transporteuses ... ..	749
2) Ignifuges ... ..	749
3) Huiles ininflammables ... ..	752
4) Canars ininflammables ... ..	753
<b>X. Lutte contre les incendies.</b>	
1) Extincteurs ... ..	754
2) Appareil de sauvetage ... ..	759
<b>XI. Travaux des laboratoires de chimie.</b>	761
<b>XII. Grisoumétrie.</b>	763
<b>XIII. Recherches diverses.</b>	
A) Dispositif anti-retour de flamme pour tuyau d'acétylène ... ..	764
B) Matériel antistatique. ... ..	765
<b>XIV. Agréation d'appareils électriques et autres.</b>	766
<b>Annexe :</b>	
Liste des appareils électriques et divers agréés en 1959 sur proposition de l'Institut National des Mines. ... ..	767

I. — EXPLOSIFS

1. — AGREATION D'EXPLOSIFS

Epreuves fixées par l'arrêté ministériel du 31 octobre 1958, relatif aux types, aux conditions d'agrégation et aux charges limites par fourneau des explosifs dans les travaux souterrains des mines.

**Explosifs à ions échangés.**

Trois formules ont été éprouvées :  
 l'Arionite  
 la Charbrite 41  
 et la Nitrocoopalite 8.  
 présentées respectivement par la Société d'Aren-

donck, les Poudreries Réunies de Belgique et la Société Coopal. Ces explosifs du type IV utilisés sans gaine répondent aux compositions indiquées dans le tableau I.

Les tirs en grisou et en poussières charbonneuses, prévus par le Règlement, ont été réalisés au bloc à rainure latérale disposé comme indiqué à la figure 1, la distance D étant de 20 cm pour la charge de 2.200 g, de 40 cm pour celle de 2.400 g.

Aucun de ces tirs n'a allumé, ni le grisou, ni les poussières charbonneuses.

TABLEAU I

	Arionite	Charbrite 41	Nitro- coopalite 8
Nitroglycérine	10	10	} 10,11
Nitroglycol	—	—	
Coton nitré	—	—	0,09
Nitrate de soude	55,2	54	55,50
Chlorure ammoni- que	34,1	33,70	34,30
Savon métallique	—	0,50	—
Cellulose	—	1,00	—
Guhr	0,5	0,80	—
Colorant inerte	0,2	—	—

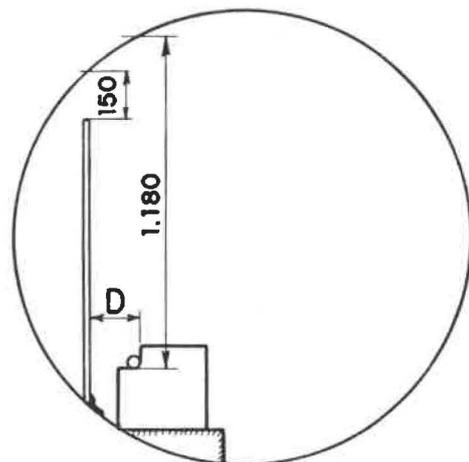


Fig. 1.

**Conclusion.**

Les 3 explosifs précités ont donc été agréés dans le type IV.

**Explosif gainé.**

L'explosif S.G.P. gainé, dénommé Alkalite II, a été présenté par la Fabrique Nationale des Produits Chimiques et d'Explosifs à Boncelles.

Composition :

Nitrate ammonique	62,00
T.N.T.	13,50
Aluminium	0,50
Chlorure de sodium	24,00

Le noyau d'explosif est entouré d'une gaine rigide tubulaire de composition et dimensions ci-après :

- 75 % de bicarbonate
- 25 % de liant
- diamètre : 25/36 mm
- longueur : 170 mm.

Conformément au Règlement, on a tiré, d'une part, l'explosif pourvu de sa gaine, à la charge de 1.400 g, au bloc d'acier à rainure normale (fig. 2)

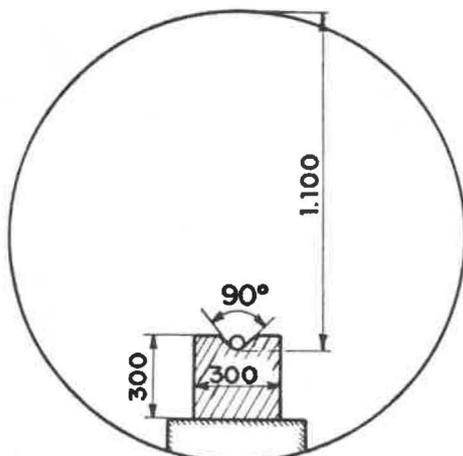


Fig. 2.

et, d'autre part, l'explosif sans gaine, à la charge de 1.000 g, au mortier d'acier (fig. 3).

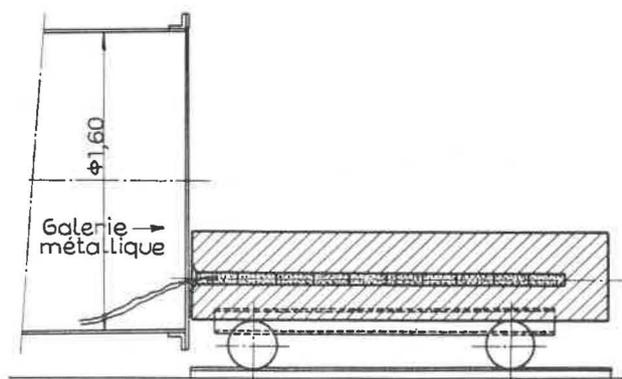


Fig. 3.

Aucune inflammation, tant du grisou que des poussières charbonneuses, n'a été enregistrée.

Conclusions : L'explosif Alkalite II a été agréé dans le type III.

**2. — VITESSE DE DETONATION DES EXPLOSIFS A IONS ECHANGES**

La mesure de la vitesse de détonation est effectuée par une méthode photographique.

La figure 4 représente schématiquement le dispositif utilisé.

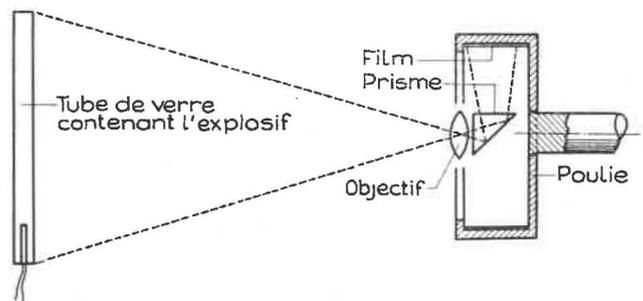


Fig. 4.

L'explosif dont il faut mesurer la vitesse de détonation est tassé dans un tube de verre qui est ensuite disposé horizontalement dans le champ de l'objectif d'une caméra spéciale à film mobile.

Celui-ci, placé à l'intérieur de la jante d'une poulie à voile latéral, peut acquérir une vitesse linéaire de 250 m/sec, qui correspond à une vitesse angulaire de la poulie de 15.000 tr/min.

L'image du point lumineux correspondant au front de détonation est formée sur le film par l'objectif photographique et un prisme à réflexion totale.

Des précautions sont prises au réglage de l'appareil pour que le déplacement de l'image sur le film soit bien horizontal.

Le film lui-même se déplace dans une direction verticale.

Pour l'essai, le tube d'explosif, comportant un détonateur à l'une de ses extrémités, est suspendu horizontalement toujours aux mêmes crochets.

La poulie de la camera est ensuite amenée à la vitesse la plus convenable, par exemple 9.000, 10.500, 12.000 ou 15.000 tr/min.

A la vitesse exacte, on déclenche l'obturateur qui provoque le départ du détonateur.

Le point lumineux correspondant au front de la détonation forme sur le film un point image qui se déplace de gauche à droite pendant que le film se déplace de haut en bas et qui, par conséquent, laisse sur celui-ci une trace inclinée.

La composition des mouvements se fait suivant le rectangle de la figure 5.

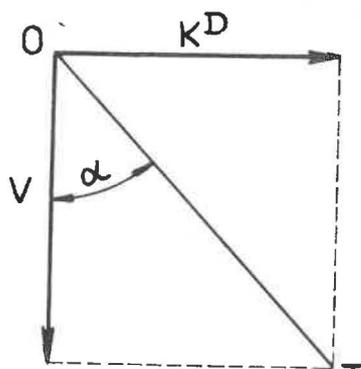


Fig. 5.

En posant :

$D$  = vitesse de détonation

$K$  = coefficient  $< 1$  dépendant des caractéristiques optiques de l'installation

$V$  = vitesse linéaire du film

$OT$  étant la trace photographique, on voit que  $KD = V \operatorname{tg} \alpha$ .

Il suffit donc de déterminer  $K$  une fois pour toutes, de connaître  $V$  et de mesurer  $\alpha$  (angle de la trace photographique avec les bords du film) pour calculer  $D$  par la formule :

$$D = \frac{V}{K} \operatorname{tg} \alpha$$

Le coefficient  $K$  se détermine facilement en photographiant sur le film immobile un tube fluorescent placé en lieu et place du tube d'explosif et portant deux repères à une distance  $d$  mesurée exactement.

Les images de ces repères sont écartées sur le film développé d'une distance  $d_1$  qui est mesurée au microscope. On a évidemment :

$$K = \frac{d_1}{d}$$

La vitesse est déterminée par une méthode stroboscopique. Une magnéto, donnant une onde par tour, est calée en bout de l'arbre de la poulie de la camera. L'onde est transmise à l'entrée de l'amplificateur vertical d'un oscilloscope cathodique. Le spot de celui-ci se déplace de gauche à droite de l'écran (le retour de droite à gauche étant en principe instantané) exactement à la fréquence du réseau, c'est-à-dire en  $1/50$  de seconde. On obtient ainsi sur l'écran une, deux ou plusieurs ondes sinusoïdales stables quand la vitesse de la poulie est exactement égale à 50, 100 etc. tr/s ou 3.000, 6.000 etc. tr/min.

Si la vitesse de rotation est peu différente, l'image défile, soit vers la gauche, soit vers la droite de l'écran. Il est donc facile de saisir l'instant où l'image est immobile pour déclencher la détonation.

Cette année, l'objectif de la camera, détruit par des projections lors des essais antérieurs, a été remplacé et, après mise au point, les nouvelles caractéristiques ont été déterminées.

Pour la vitesse de 9.000 tr/min, la formule est  $D = 1608,6 \operatorname{tg} \alpha$ .

On a pu ainsi mesurer la vitesse de détonation de quelques explosifs à ions échangés.

Les résultats sont donnés au tableau 2.

TABLEAU 2

	Diamètre intérieur du tube	Densité de l'explosif	Vitesse de détonation
Arionite	31,5	1,05	1.838 m/s
	28,8	1,11	1.715
	28,2	1,16	1.680
	28,-	1,16	1.695
Nitrocooppalite 8	28,-	1,26	1.850
	28,-	1,21	1.830
	28,-	1,31	1.950
Charbrite 41	28,-	1,26	1.740
	28,-	1,18	1.680
	28,-	1,11	1.550

Ces explosifs paraissent très sensibles aux variations de diamètre et de densité.

### 3. — CONTROLE DES EXPLOSIFS

Comme dit plus haut, les explosifs à ions échangés ont été agréés en 1959.

A partir du mois de mai, ils ont été mis sur le marché et leur emploi s'est développé rapidement.

Étant donné la nouveauté relative de leur formule, nous les avons soumis à un contrôle sévère.

C'est ainsi que nous avons reçu 25 échantillons de 15 kg de ces explosifs et que nous les avons tirés, en présence de grisou, tant dans la galerie métallique que dans la galerie au rocher de Colfontaine.

Nous avons ainsi fait plus de 200 tirs.

Ces échantillons ont été prélevés, soit dans des charbonnages de chacun de nos Bassins par l'Administration des Mines, soit, par nos soins, dans les dépôts de distribution des fabricants.

Nous comptons poursuivre ce contrôle en 1960.

Nous avons également reçu des échantillons d'explosif S.G.P. avec lesquels nous avons effectué une centaine de tirs.

### 4. — DEFLAGRATION FUSANTE

Les explosifs à ions échangés étant utilisés sur une grande échelle en Belgique, nous avons tenu à étudier leur comportement sous l'action des gaz

chauds en milieu confiné, c'est-à-dire au point de vue de la déflagration fusante.

Nous avons effectué tous nos essais dans un mortier d'acier cylindrique avec fourneau de 35 mm de diamètre et 1,90 m de longueur, en employant des cartouches de Charbrite 41.

Dans tous les cas, nous avons placé un bourrage d'argile renforcé par une broche de bois et un autre mortier étant placé contre cette dernière, au moment du tir (fig. 6).

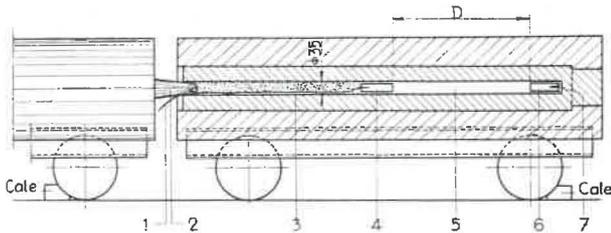


Fig. 6.

- 1 Cordeau détonant (témoin)
- 2 Broche de bois
- 3 Bourrage d'argile
- 4 Cartouche réceptrice (sensibilité 8 cm)
- 5 Intervalle D
- 6 Cartouche initiatrice (sensibilité 8 cm)
- 7 Détonateur

**1<sup>re</sup> série d'essais - 10 tirs.**

Deux cartouches de 100 g de Charbrite 41 sont placées dans le fourneau comme indiqué à la figure 6.

La cartouche initiatrice est amorcée postérieurement et est placée dans le fond du fourneau. La cartouche réceptrice, munie d'un cordeau détonant témoin, est contre le bourrage.

Nous avons fait varier la longueur du bourrage d'argile de 30 cm à 1 m et l'intervalle D, laissé libre entre les deux cartouches de 50 cm à 95 cm.

La sensibilité de l'explosif était de 8 cm. La sensibilité ou aptitude à la détonation est caractérisée par la distance maxima qu'on peut laisser entre deux cartouches pour que, à l'air libre, l'explosion de l'une fasse sauter l'autre.

Pour huit tirs, nous avons retrouvé, après enlèvement de la broche de bois et du bourrage, le cordeau détonant témoin intact ainsi que des morceaux de papier, sans trace de combustion de l'enveloppe de la cartouche réceptrice.

Pour deux tirs, nous avons enregistré l'explosion de toute la charge avec expulsion instantanée de la broche de bois et du bourrage d'argile.

**2<sup>e</sup> série d'essais.**

Nous avons également examiné l'influence de l'intercalation d'un tampon hydraulique entre les deux cartouches.

Ce mode opératoire étant employé dans certains charbonnages, il était indiqué de l'expérimenter à

l'égard de la déflagration fusante. Tous les essais ont été faits dans les mêmes conditions que ceux décrits ci-dessus, sauf que, dans l'intervalle D laissé libre entre les deux cartouches, on place une ampoule d'eau et que l'on fait varier la position du détonateur et des cartouches.

Nous avons effectué les essais suivants.

**1) 5 tirs avec amorçage postérieur (fig. 7).**

A chaque tir, on enregistre l'explosion de toute la charge, ce qui est concrétisé par l'expulsion

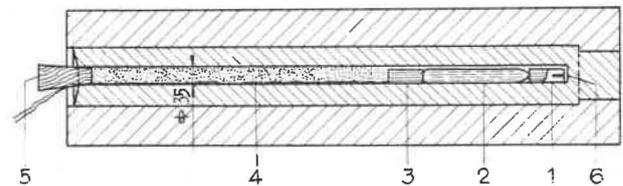


Fig. 7.

- 1 Cartouche initiatrice (sensibilité 8 cm)
- 2 Ampoule d'eau de 30 cm de longueur
- 3 Cartouche réceptrice (sensibilité 8 cm)
- 4 Bourrage d'argile
- 5 Broche de bois
- 6 Détonateur

instantanée du bourrage d'argile et de la broche de bois. De l'enveloppe en matière plastique du tampon hydraulique et de la cartouche réceptrice, on ne retrouve rien.

**2) 5 tirs avec amorçage antérieur (fig. 8).**

A chaque tir, on enregistre l'explosion de toute la charge et l'expulsion du bourrage.

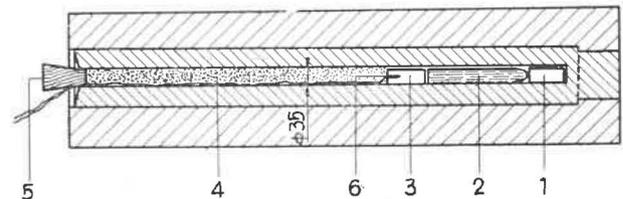


Fig. 8.

- 1 Cartouche réceptrice (sensibilité 8 cm)
- 2 Ampoule d'eau de 30 cm de longueur
- 3 Cartouche initiatrice (sensibilité 8 cm)
- 4 Bourrage d'argile
- 5 Broche de bois
- 6 Détonateur

**3) 4 tirs avec amorçage antérieur et vide postérieur de 20 cm (fig. 9).**

Vu la faible sensibilité de l'explosif utilisé et la réalisation d'un vide postérieur, on devait s'attendre à une propagation défectueuse de l'onde explosive.

Ce fait s'est confirmé et nous a permis de nous rendre compte du comportement, sous l'action de

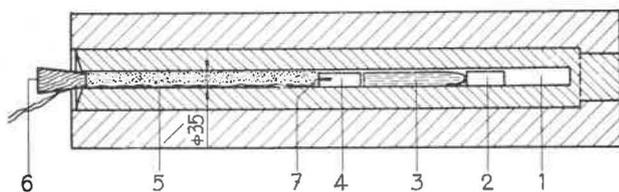


Fig. 9.

- 1 Vide postérieur 20 cm
- 2 Cartouche réceptrice (sensibilité 3 cm)
- 3 Cartouche d'eau de 30 cm de longueur
- 4 Cartouche initiatrice (sensibilité 3 cm)
- 5 Bourrage d'argile
- 6 Broche de bois
- 7 Détonateur

gaz chauds, de la cartouche réceptrice protégée cette fois par un tampon hydraulique.

Voici le détail de ce qui s'est passé lors de ces tirs. La mise à feu provoque, à l'intérieur du fourneau, un bruit métallique. La cale de bois et le bourrage d'argile restent en place. Après 15 minutes, on enlève la cale de bois.

Cette opération est suivie d'un dégagement de gaz.

On place, devant le jet de gaz, une feuille de papier; celle-ci s'humidifie rapidement et même avec des particules de bourrage à l'état liquide.

Au moyen d'une tige en acier, on perce le bourrage d'argile. Au fur et à mesure que l'outil pénètre dans le bourrage, le sifflement produit par l'émission de gaz s'amplifie. On place à nouveau une feuille de papier en face de l'orifice du fourneau et il s'humidifie comme la première fois.

De plus, on peut approcher la main du dit jet sans ressentir aucune sensation de chaleur. Lorsque le bourrage est complètement traversé, l'émission de gaz est terminée.

On extrait le bourrage d'argile du fourneau et on retrouve des particules d'explosif et des morceaux de papier de l'emballage de la cartouche réceptrice.

#### 4) 3 tirs avec amorçage et vide postérieur (fig. 10).

Pour ces tirs, on a eu l'expulsion du bourrage d'argile et de la broche de bois, sans rien retrouver ni de l'ampoule ni des cartouches.

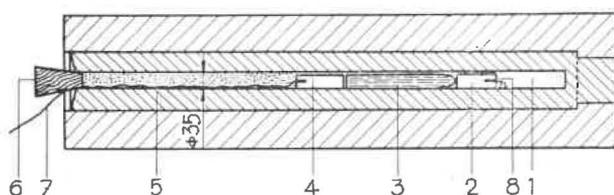


Fig. 10.

- 1 Vide postérieur
- 2 Cartouche initiatrice (sensibilité 3 cm)
- 3 Ampoule d'eau de 30 cm de longueur
- 4 Cartouche réceptrice (sensibilité 3 cm)
- 5 Bourrage d'argile
- 6 Broche de bois
- 7 Cordeau détonant (témoin)
- 8 Détonateur

#### 5) 4 tirs avec amorçage postérieur et vide entre l'ampoule d'eau et la cartouche réceptrice (fig. 11).

Pour ces tirs, on emploie une ampoule d'eau de 10 cm de longueur afin de réaliser un vide entre le tampon hydraulique et la cartouche réceptrice. De plus, la charge initiatrice consiste en une demi-cartouche amorcée postérieurement.

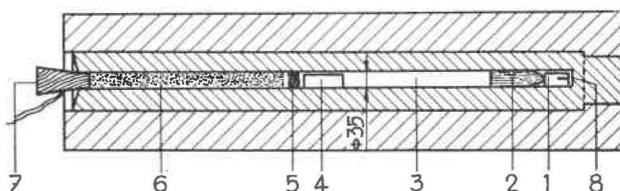


Fig. 11.

- 1 Une demi-cartouche (50 g) initiatrice (sensibilité 67 cm)
- 2 Ampoule d'eau de 10 cm de longueur
- 3 Vide de 500 cm
- 4 Cartouche (100 g) réceptrice
- 5 Touffe de coton nitré
- 6 Bourrage d'argile
- 7 Broche de bois
- 8 Détonateur

Entre le bourrage d'argile et la cartouche réceptrice, on place une touffe de coton nitré dont la température instantanée d'inflammation est de 290° C.

Après la mise à feu et pour tous les tirs, la broche de bois et le bourrage restent en place.

Après 5 minutes, on enlève la broche de bois. Cette opération est suivie d'un dégagement de gaz. En mettant la main devant l'orifice du fourneau, on ne ressent aucune sensation de chaleur.

On enlève le bourrage d'argile et l'on retrouve la touffe de coton nitré intacte, ainsi que la cartouche réceptrice sans trace de combustion.

#### Remarque.

Nous avons fait un tir complémentaire dans les conditions décrites ci-dessus, mais sans ampoule d'eau intercalaire et sans cartouche réceptrice.

Après extraction du bourrage qui était resté en place, on ne retrouve plus rien du coton nitré qui a donc brûlé sous l'action des gaz chauds de la demi-cartouche initiatrice.

#### Conclusions.

Nous n'avons pas encore fait assez d'essais pour tirer une conclusion, mais jusqu'à présent, nous n'avons pu obtenir une déflagration fusante caractérisée.

Nous poursuivrons ces essais en 1960.

#### 5. — ETUDE DE L'HYDROBEL

Il s'agit d'un explosif anglais, fabriqué par l'Imperial Chemical Industries Limited, de la composition suivante :

	<	>
Nitroglycerine et nitroglycol	40,9	37,9
Nitrocellulose	3,0	1,0
Farine de bois	1,6	0,6
Nitrate d'ammonium	21,0	19,0
Chlorure de sodium	28,1	26,1
Baryte	10,7	8,7
Craie	1,0	0,1
Phosphate diammonique	0,8	0,1
Acide magenta	0,05	0,001

Caractéristique de la cartouche :

Longueur :	210 mm
Diamètre :	30 mm
Poids :	220 g.

Cet explosif sans gaine renferme un pourcentage élevé de matières inertes et est utilisé en Angleterre en même temps que l'injection d'eau en veine, dans des trous de mine remplis d'eau sous pression, pour l'abatage du charbon.

L'Hydrobel a satisfait en Angleterre à des essais de pression hydrostatique.

Le détonateur employé sous le nom d'Hydrostar résiste de son côté à l'immersion dans l'eau sous pression.

En Angleterre, comme dans de nombreux autres pays, il a été reconnu que l'eau employée en guise de bourrage est une prévention très efficace contre l'inflammation du grisou, d'une part, et est favorable à l'élimination des poussières, d'autre part.

La technique du procédé dite « infusion pulsée » est décrite dans le rapport n° 24 de la 10<sup>me</sup> Conférence Internationale des Directeurs de Stations d'Essais à Pittsburgh, en 1959 ; « Méthodes améliorées du dynamitage du charbon » par MM. Westwaster et Lewis, ainsi que dans une note de MM. Hancock-Taylor de 1954 « Tir à infusion pulsée ».

Fondamentalement, cette technique consiste à mettre une charge d'explosif dans un fourneau et ensuite à y refouler de l'eau sous pression durant toute la durée du tir, au moyen d'un matériel pour injection.

Quatre types de tubes à infusion et scellement employés sont illustrés à la figure 12 :

- a) tube commercial à infusion d'eau ;
- b) tube à infusion équipé avec coins ;
- c) et d) tubes à infusion du type à employer.

Le tube à infusion commercial (a) est tenu en position par la dilatation automatique d'une couronne de scellement en caoutchouc, en appliquant la pression hydraulique.

Le deuxième tube (b) comprend trois coins en acier en plus de la couronne de scellement en caoutchouc. Par un mouvement de vissage, ces coins sont introduits par force dans le charbon.

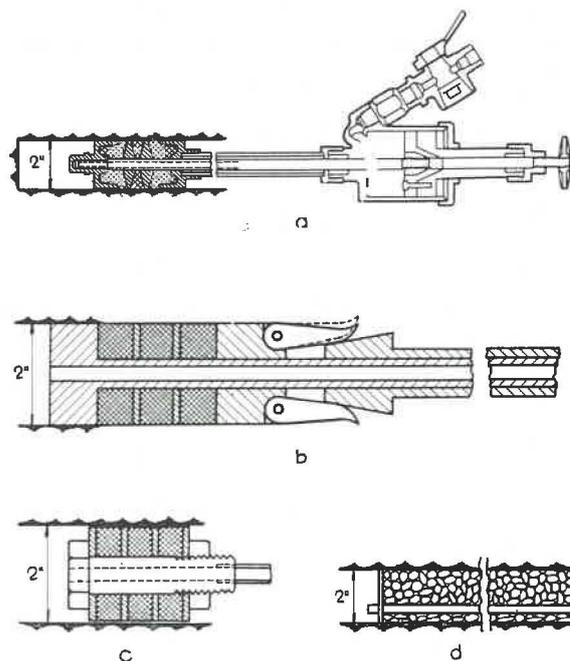


Fig. 12.

- a) Tube commercial à infusion d'eau
- b) Tube à infusion équipé avec coins
- c) et d) Tubes à infusion du type à employer

Le troisième type (c) de scellement consiste en un tube en cuivre et une couronne qui est dilatée en vissant un écrou immédiatement derrière elle, en employant pour cette opération une longue clef à tire-fonds.

Enfin, le dernier type (d) utilisé consiste en un tube en cuivre avec, à une de ses extrémités, une plaque circulaire, d'un diamètre légèrement inférieur à celui du trou foré et supérieur à celui du tube. Après avoir chargé le trou, le tube y est introduit de façon que sa plaque se trouve à environ 60 cm de l'orifice. Le trou est alors bourré hermétiquement à l'argile depuis ladite plaque jusqu'à l'orifice. Avec tous les types de tubes à infusion, un tuyau en caoutchouc renforcé est employé pour raccorder ledit tube au réservoir d'eau d'injection. Un manomètre et un appareil de mesure de débit sont utilisés et il est nécessaire d'incorporer une soupape de retenue.

Le mode opératoire est le suivant.

Premièrement, le tube d'infusion est poussé dans le trou, aussi profondément que possible, et la première injection est réalisée. Le tube est ensuite retiré. La charge est alors amorcée avec un détonateur spécial « Hydrostar » et est mise dans le trou de la façon normale et poussée dans sa position avec un bourroir en bois. Le tube à infusion est alors remis dans le trou avec sa couronne de fermeture et l'on continue l'injection jusqu'après le tir, de façon qu'au moment de celui-ci le fourneau soit sous pression d'eau. Cette façon de procéder a été autorisée en Angleterre où elle est employée principalement

dans le tir avec fourneaux parallèles à front de taille, dans le charbon non havé et dans la préparation des « brèches » des fronts mécanisés.

En général, on utilise des détonateurs instantanés, mais cette technique a cependant été étendue récemment à des tirs avec détonateurs à court retard.

\* \* \*

Nous avons soumis l'explosif « Hydrobel » à différentes épreuves en présence de grisou, soit au mortier cylindrique, soit au bloc d'acier à rainure latérale placé à 20 ou à 40 cm d'une paroi de choc verticale.

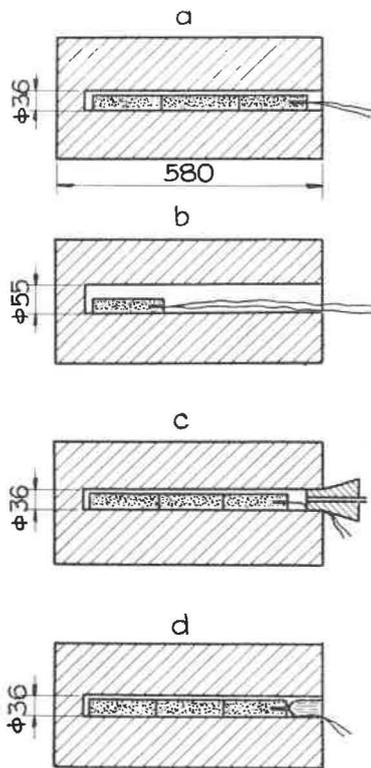


Fig. 13.

### Tirs au mortier cylindrique.

La disposition des charges est donnée à la fig. 13 et les résultats des tirs sont consignés dans le tableau 3.

### Tirs en rainure latérale (fig. 14).

a) Une cartouche (220 g) placée dans la rainure latérale à 20 cm d'une paroi de choc verticale allume le mélange grisouteux.

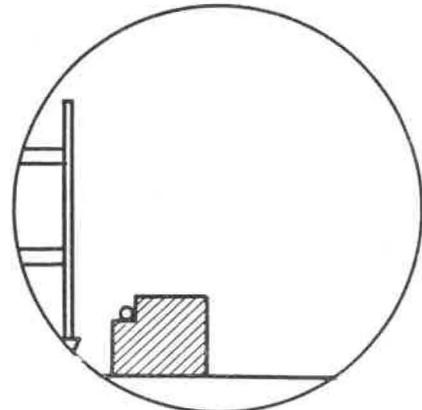


Fig. 14.

b) Dans un tube en plastique rigide, on introduit une demi-cartouche (110 g), ainsi que de l'eau ou de la craie. Dans les deux cas, les deux extrémités du tube sont fermées au moyen d'un bouchon de liège (fig. 15).

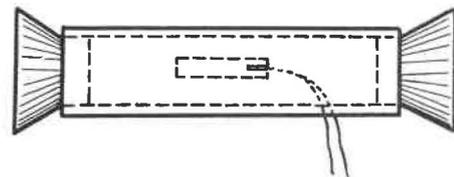


Fig. 15.

TABLEAU 3

Disposition de la charge dans le fourneau	Amorçage	Bourrage	Nombre de cartouches	Résultat
a	antérieur	néant	660 g 3 cartouches	inflammation
b	antérieur	néant	220 g 1 cartouche	inflammation
c	antérieur	fourneau sous pression d'eau	660 g 3 cartouches	pas d'inflammation
d	antérieur	ampoule d'eau longueur 50 mm	660 g 3 cartouches	pas d'inflammation

Le tout, placé dans la rainure latérale, à 40 cm d'une paroi de choc verticale, provoque à chaque tir l'inflammation du grisou.

**Conclusion.**

Sur le plan pratique, la technique du tir sous pression d'eau requiert un matériel adéquat.

Dans le domaine de la sécurité, l'explosif Hydrobel peut être comparé à la Dynamite III actuellement sur le marché belge, d'où sa classification dans le type I des explosifs dangereux, non soumis à l'agrégation.

Si cette technique présente une bonne efficacité contre l'inflammation du grisou avec l'utilisation des détonateurs instantanés, pour autant que le trou de mine soit bien rempli d'eau au moment du tir, elle peut être dangereuse avec les détonateurs à retard. En effet, dans ce cas, la décapitation d'une mine par une autre sautant plus tôt pourrait permettre au trou de mine de se vider et l'on se trouverait alors dans les conditions d'un tir à la dynamite, sans bourrage, dont le danger est bien connu en présence du grisou.

**6. — COMPOSITION DES GAZ DEGAGES LORS DU TIR DES MINES**

**I. Essais avec la dynamite III Cooppal.**

Le 20 juillet 1959, aux charbonnages Les Liégeois, Siège Zwartberg, deux ouvriers sont morts asphyxiés en retournant à front d'un burquin après un tir qui avait provoqué l'arrêt de la ventilation. Le burquin avait 30 m de hauteur et 10 m<sup>2</sup> de section. Le tir comportait au total 21 kg de Dynamite III dont la composition est la suivante :

Nitroglycérine	}	46,47
Nitroglycol		
T.N.T.		
Nitro-Coton		1,67
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>		51,77

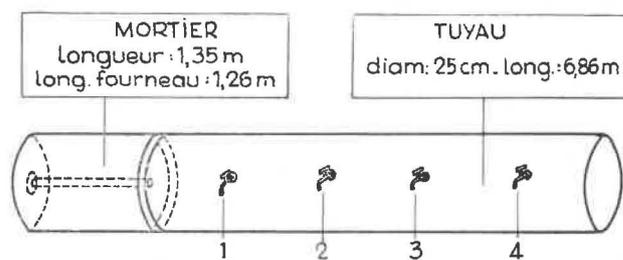
A la suite d'un tir semblable, fait quelques jours plus tard, nous avons prélevé des échantillons dont l'analyse a donné les résultats suivants (tableau 4).

Les teneurs en oxyde d'azote, déterminées sur une autre prise d'échantillons, ont été de :

Echantillon	% NO <sub>2</sub>
1	0,008
2	0,025
3	0,017
4	0,013

Comme suite à cet accident, des essais ont été entrepris avec la Dynamite que l'Administration des Mines nous a fait parvenir. Notre but était la détermination de la quantité de CO produite par le tir de cet explosif.

Le dispositif employé, pour nos essais, peut être représenté par la figure 16.



1, 2, 3, 4 : robinets de prélèvement

Fig. 16.

On tire, sans bourrage, la moitié ou les trois quarts d'une cartouche que l'on place au fond ou au milieu du mortier dont l'orifice du fourneau est disposé contre un tuyau métallique de 250 mm de diamètre et de 6,86 m de longueur. Les prises de gaz sont effectuées après le tir aux points (1) (2) (3) (4) simultanément.

Le tableau 5 donne les résultats représentant, dans chaque cas, la moyenne de dix essais.

**TABLEAU 4**

Echantillon n°	Endroit du prélèvement	Analyse						
		H <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CH <sub>4</sub> %	CO %	N <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	CxHy %
1	à 1,50 m du sommet 10' après le tir	0,27	19,87	0,54	0,61	77,20	1,49	0,01
2	à 1,50 m du sommet 20' après le tir	0,28	20,06	0,69	0,51	77,29	1,15	0,02
3	à 4 m du sommet 15' après le tir	0,12	20,62	0,31	0,25	78,69	0,01	—
4	à 8 m du sommet 20' après le tir	0,15	20,53	0,33	0,29	78,64	0,05	0,01

TABLEAU 5

Quantité d'explosif	L'explosif est placé	% de CO			
		Prise 1	Prise 2	Prise 3	Prise 4
1/2 cartouche	au fond du mortier	1,35	0,39	0,15	0,03
1/2 cartouche	au milieu du mortier	0,99	0,16	0,08	0,003
3/4 cartouche	au fond du mortier	2,26	0,75	0,34	0,10
3/4 cartouche	au milieu du mortier	2,28	0,54	0,19	0,03

Si l'on trace un graphique donnant les teneurs en CO dans le tuyau en fonction de la distance au mortier, on peut déterminer la teneur moyenne en CO dans un volume bien déterminé de tuyau et en déduire la quantité de CO dégagée par 1 kg d'explosif.

On obtient ainsi :

1 <sup>er</sup> cas	.....	39,0 litres
2 <sup>e</sup> cas	.....	23,0 litres
3 <sup>e</sup> cas	.....	39,8 litres
4 <sup>e</sup> cas	.....	37,6 litres

Au cours de ces essais, on a déterminé la teneur en oxyde d'azote dans les échantillons prélevés aux points 1 et 2.

Les résultats obtenus figurent au tableau 6.

TABLEAU 6

Quantité d'explosif	L'explosif est placé	% de NO <sub>2</sub>	
		Prise 1	Prise 2
1/2 cartouche	au fond du mortier	0,048	0,017
1/2 cartouche	au milieu du mortier	0,056	0,015
3/4 cartouche	au fond du mortier	0,020	0,017
3/4 cartouche	au milieu du mortier	0,033	0,013

Les teneurs maxima en CO et NO<sub>2</sub> figurent au tableau 7.

TABLEAU 7

	% maximum de CO				% maximum de NO <sub>2</sub>	
	Prise 1	Prise 2	Prise 3	Prise 4	Prise 1	Prise 2
1/2 cartouche	2,25	0,45	0,27	0,09	0,071	0,022
3/4 cartouche	3,00	0,87	0,21	0,05	0,035	0,015

La teneur maxima de 3 % correspond à un dégagement de 56 litres de CO par kg d'explosif.

On sait qu'une teneur de 0,5 % de CO est mortelle en moins d'une heure (Traité de Manipulation et d'analyse des gaz par H. Guérin, page 424) et qu'une teneur de 0,025 % de NO<sub>2</sub> peut provoquer des troubles graves (Lehman et Hasegawa - Archiv

für Hygien, 1913, tome 17, pages 323-368). La toxicité des oxydes d'azote est donc environ 20 fois plus grande que celle du CO.

Si nous considérons les résultats figurant au tableau 7 et que nous faisons la moyenne des teneurs en CO et oxydes d'azote des prises 1 et 2, nous trouvons :

pour le 1<sup>er</sup> cas :

$$\frac{2,25 + 0,45}{2} = 1,35 \% \text{ CO}$$

$$\text{et } \frac{0,071 + 0,022}{2} = 0,046 \% \text{ NO}_2$$

pour le 2<sup>d</sup> cas :

$$\frac{3,00 + 0,87}{2} = 1,93 \% \text{ CO}$$

$$\text{et } \frac{0,035 + 0,015}{2} = 0,025 \% \text{ NO}_2$$

ce qui donne comme rapport CO/oxydes d'azote :

$$\text{pour le 1}^{\text{er}} \text{ cas : } \frac{1,35}{0,046} = 29,3$$

$$\text{pour le 2}^{\text{d}} \text{ cas : } \frac{1,93}{0,025} = 77,2$$

Nos essais ont donc montré que, pour la dynamite, le dégagement maximum d'oxydes d'azote est environ 30 fois moindre que le dégagement maximum de CO.

Il faut toutefois remarquer que ces chiffres doivent encore être considérés comme provisoires, étant donné que nos essais ne sont pas terminés.

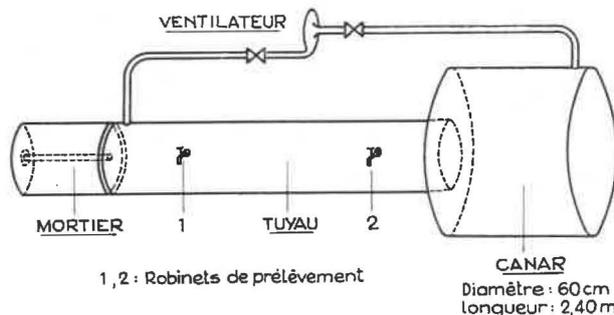


Fig. 17.

ventilateur en marche et les prises de gaz sont effectuées simultanément aux points 1 et 2 : 5, 10 et 15 minutes après le tir.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 8.

TABLEAU 8

N° de l'essai	% de CO						% de NO <sub>2</sub>				Observations
	5' après tir		10' après tir		15' après tir		5' après tir		15' après tir		
	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	Prise 1	Prise 2	
1	0,236	0,234	0,231	0,230	0,225	0,222	—	—	—	—	La cartouche est placée au fond du mortier
2	0,285	0,283	0,275	0,277	0,268	0,270	0,023	0,018	0,010	0,010	»
3	0,329	0,330	0,320	0,322	0,318	0,318	0,022	0,022	0,013	0,013	»
4	0,262	0,260	0,255	0,255	0,254	0,251	0,015	0,014	0,005	0,003	»
5	0,304	0,304	0,295	0,293	0,286	0,286	0,016	0,014	0,006	0,005	»
6	0,285	0,282	0,275	0,278	0,268	0,266	0,017	0,013	0,003	0,004	La cartouche est placée au milieu du mortier
7	0,273	0,271	0,265	0,267	0,257	0,260	0,026	0,026	0,015	0,016	»
8	0,283	0,286	0,280	0,276	0,276	0,273	0,033	0,033	0,008	0,005	»
9	0,269	0,267	—	0,265	0,263	0,263	0,022	0,025	0,009	0,008	»
10	0,270	—	0,267	0,265	—	—	0,026	0,028	0,012	0,013	»

II. Essais avec Charbrite 41.

Nous citerons, à titre documentaire, la composition de la Charbrite 41 employée.

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

Le dispositif utilisé a été modifié et peut être représenté par la figure 17.

Nous avons prolongé le tuyau par un cylindre en tôle de 2,40 m de longueur et 60 cm de diamètre.

La modification apportée a pour but d'obtenir une teneur uniforme dans un volume connu. En effet, le dispositif employé précédemment a le désavantage de donner une teneur en CO diminuant au fur et à mesure qu'on s'éloigne du mortier.

Une cartouche est placée au fond ou au milieu du mortier. Immédiatement après le tir, on met le

Connaissant la teneur moyenne en CO et le volume total de la canalisation, on peut en déduire le dégagement total de CO par kg d'explosif.

On obtient :

1 cartouche au fond du mortier	31,2 litres
1 cartouche au milieu du mortier	29,1 litres
soit une moyenne de 30 litres.	

La quantité minimum de CO dégagé par 1 kg d'explosif est de 24,9 litres et la quantité maximum 32,3 litres quand la cartouche est au fond du mortier.

Quand la cartouche est au milieu du mortier, ces quantités sont respectivement de 28,1 et 30 litres.

Si nous considérons la moyenne des teneurs en CO et oxydes d'azote des échantillons prélevés au point 1, cinq minutes après le tir, nous obtenons :

$$\begin{aligned} \text{teneur moyenne en CO} &= 0,280 \% \\ \text{teneur moyenne en NO}_2 &= 0,022 \% \end{aligned}$$

ce qui donne comme rapport CO/oxydes d'azote : 12,8.

## Conclusion.

Comme la toxicité des oxydes d'azote est environ 20 fois plus grande que celle du CO, et que leur teneur dans les gaz d'explosion de la Charbrite est à peu près 13 fois moindre, le danger de ces gaz d'explosion de la Charbrite proviendrait donc particulièrement de ces oxydes d'azote.

D'après nos résultats indiqués ci-dessus, pour la

Dynamite ce serait plutôt le CO qui serait à craindre en premier lieu.

Cependant, il est à remarquer que, pour certains auteurs, les toxicités du CO et des oxydes d'azote s'ajoutent.

Cette étude est loin d'être terminée et les essais précités ne constituent que le stade préliminaire. Notre intention est d'analyser les gaz produits par nos divers explosifs, tant dans nos essais de laboratoire que dans les tirs de mines des charbonnages.

## II. — DETONATEURS

### 1. — SECURITE DES DETONATEURS VIS-A-VIS DU GRISOU

Nous avons essayé, en mélange grisouteux, des détonateurs à court retard, ordinaires et antigrisouteux, des fabriques suivantes :

Dynamit Aktiengesellschaft (D.A.G.)  
Imperial Chemical Industries (I.C.I.)

Les figures 18, 19 et 20 donnent un schéma de ces détonateurs.

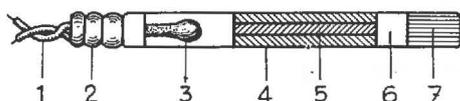


Fig. 18. — Détonateur ordinaire à court retard D.A.G. et I.C.I.

- 1 Fils du détonateur
- 2 Bloc en caoutchouc serti
- 3 Poudre d'amorce enrobant le fil de pont
- 4 Tube relais en laiton
- 5 Canal contenant la poudre relais
- 6 Fulminate de mercure
- 7 Charge fulminante

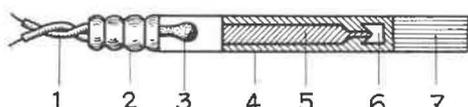


Fig. 19. — Détonateur D.A.G. à court retard anti-grisouteux

- 1 Fils du détonateur
- 2 Bloc en caoutchouc serti
- 3 Poudre d'amorce enrobant le fil de pont
- 4 Tube relais en laiton
- 5 Canal contenant la poudre relais, étranglé à l'extrémité
- 6 Fulminate de mercure
- 7 Charge fulminante

Ces schémas montrent que, pour rendre antigrisouteux les détonateurs à court-retard, on a simplement modifié la forme du tube-relais.

L'inflammation du grisou par un détonateur à court-retard ordinaire est due probablement à la poudre du relais. Celle-ci forme, au passage de la flamme, un silicate fondu qui est facilement expulsé du tube normal, qui est cylindrique, et c'est ce produit incandescent qui allume le grisou.

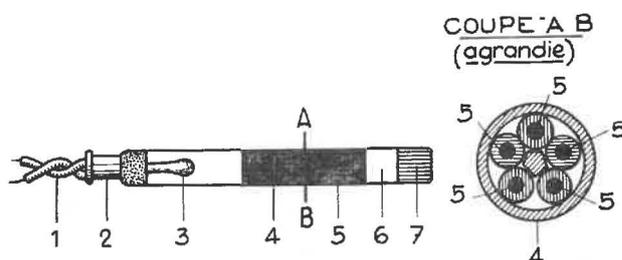


Fig. 20. — Détonateur I.C.I. à court retard antigrisouteux

- 1 Fils du détonateur
- 2 Bloc en caoutchouc serti
- 3 Poudre d'amorce enrobant le fil de pont
- 4 Tube enveloppe en plomb
- 5 Cinq tubes en plomb avec canaux capillaires contenant la poudre relais
- 6 Fulminate de mercure
- 7 Charge fulminante

Même si le détonateur se trouve dans une cartouche d'explosif de sécurité, le tube-relais n'est pas détruit lors de l'explosion et le produit incandescent, pouvant être projeté à une certaine distance, est susceptible de provoquer l'inflammation d'un mélange grisouteux.

Les fabricants ont cherché un moyen d'obstruer ce tube au moment de l'explosion du fulminate afin d'éviter la projection de ce produit incandescent.

La D.A.G. ménage, au contact du fulminate, un étranglement dans le conduit du tube-relais.

L'I.C.I. réalise un tube-relais en plomb percé de 5 canaux capillaires contenant la poudre-relais. Ces canaux sont obstrués d'un côté par l'explosion du fulminate.

Dans le second cas, la capillarité joue vraisemblablement son rôle pour retenir le silicate fusible à l'intérieur des canaux.

Ils ont ainsi réalisé des détonateurs beaucoup plus sûrs qu'ils ont dénommés « antigrisouteux ».

En réalité, il n'existe pas encore de détonateurs véritablement antigrisouteux, mais ceux que l'on dénomme ainsi sont beaucoup plus sûrs que les détonateurs ordinaires et, pour la facilité de l'exposé, nous adopterons également cette dénomination.

Nos essais ont été faits :

- A) en galerie métallique de 1,60 m de diamètre ;
- B) dans le mortier à plaques parallèles.

Les résultats de ces essais sont consignés dans les tableaux 9 à 12.

**A) Essais en galerie métallique.**

Tous les essais ont été effectués dans un mélange grisouteux à 9 % de méthane. La mise à feu était faite au moyen d'un exploseur de sécurité intrinsèque « Derby Demon ».

**Détonateurs à court-retard (30 millisecondes).**

a) Le détonateur seul est suspendu dans la chambre d'explosion de la galerie comme le montre la figure 21.

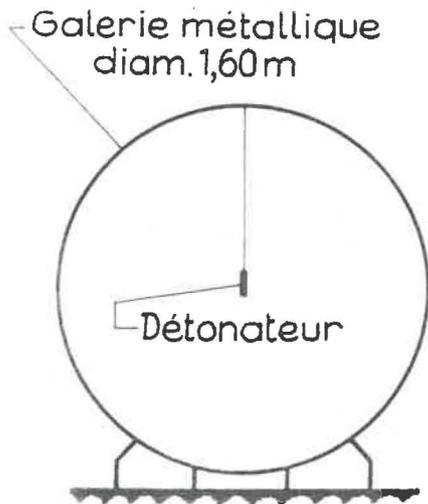


Fig. 21.

**TABLEAU 9**

*Tir d'un détonateur seul suspendu.*

Numéro du retard	D.A.G.		I.C.I.	
	Détos ordinaires (court-retard)		Détos ordinaires (court-retard)	
	Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations	Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations
4	10	4	10	7
5	10	7	10	8
6	10	6	10	8
7	10	8	10	7
8	10	8	10	8
9	10	9	10	8
10	10	8	10	7

b) Le détonateur seul est placé dans la rainure latérale du bloc d'acier, dans la chambre d'explosion de la galerie, comme le montre la figure 22.

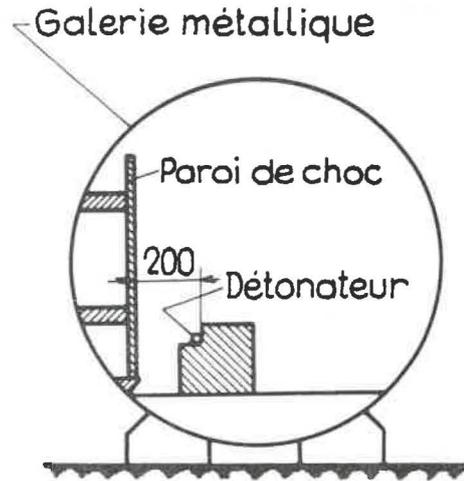


Fig. 22.

**TABLEAU 10**

Numéro du retard	Détos ordinaires		Détos antigrisouteux	
	Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations	Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations
D.A.G.				
5	3	2	3	0
6	3	1	3	0
7	3	2	3	0
8	3	2	3	0
I.C.I.				
5	3	2	3	0
6	3	3	3	0
7	3	3	3	0
8	3	3	3	0

c) Le détonateur est placé dans une cartouche de 100 g d'explosif de sécurité type III ou type IV et cette cartouche est suspendue dans la chambre d'explosion de la galerie, comme le montre la figure 23.

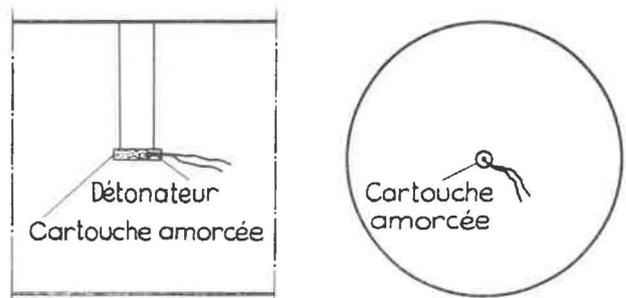


Fig. 23.

TABLEAU 11

Numéro du retard	Déton ordinaires		Déton antigrisouteux	
	Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations	Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations
	D.A.G.			
1	6	0	6	0
2	6	2	6	0
3	6	3	6	0
4	6	4	6	0
5	6	2	6	0
6	6	1	6	0
7	6	4	6	0
8	6	3	6	0
9	6	1	6	0
10	6	5	6	0
	I.C.I.			
1	6	0	6	0
2	6	0	6	0
3	6	2	6	0
4	7	2	6	0
5	7	6	6	0
6	6	2	6	0
7	6	5	6	0
8	6	5	6	0
9	6	4	6	0
10	6	4	6	0

TABLEAU 12

Numéro du retard	Déton ordinaires		Déton antigrisouteux	
	Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations	Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations
	D.A.G.			
1	4	0	10	0
2	4	0	10	0
3	4	0	10	0
4	4	1	10	0
5	4	0	10	0
6	5	0	10	0
7	4	1	10	0
8	4	1	10	0
9	5	0	10	0
10	4	0	10	0
	I.C.I.			
1	4	0	10	0
2	5	0	10	0
3	5	1	10	0
4	4	1	10	0
5	5	2	10	0
6	4	3	10	0
7	4	0	10	0
8	4	1	10	0
9	8	2	10	0
10	4	3	10	0

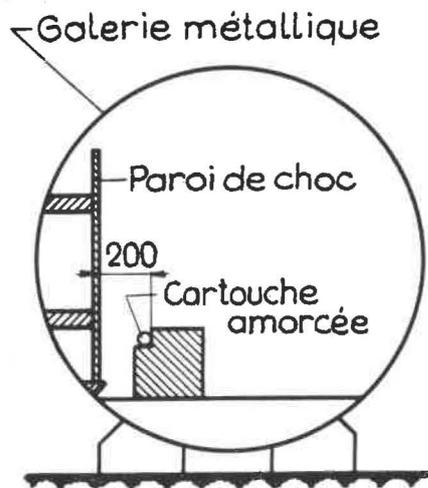


Fig. 24.

d) Le détonateur est placé dans une cartouche de 100 g d'explosif de sécurité type III ou type IV et cette cartouche est placée dans la rainure latérale du mortier d'acier à 20 cm d'une paroi de choc verticale, dans la chambre d'explosion de la galerie.

La figure 24 représente cette disposition.

#### Remarque.

Nous avons également essayé différents lots de détonateurs instantanés suspendus seuls dans la galerie ou placés dans une cartouche d'explosif de sécurité type IV suspendue également dans la galerie.

Le tableau 13 donne les résultats obtenus.

TABLEAU 13

*Détonateurs instantanés.*

Détonateur suspendu seul dans la galerie		Détonateur placé dans une cartouche d'explosif de sécurité, suspendue dans la galerie	
Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations	Nombre de tirs	Nombre d'inflam-mations
100	31	50	0

#### B) Essais dans le mortier à plaques parallèles.

Comme le montre la figure 25, le mortier à plaques parallèles consiste en un parallépipède dont 2 grandes parois de 1 mètre de côté peuvent être plus ou moins écartées l'une de l'autre.

Pendant les essais, un tuyau, percé de trous, placé entre les deux grandes parois au niveau des bords inférieurs de celles-ci, débite continuellement un mélange grisouteux à 8 % de méthane, tandis que la seule ouverture supérieure du mortier est fermée au moyen d'une feuille de papier.

**Détonateurs à court-retard (30 millisecondes).**

a) le détonateur seul est suspendu au centre du mortier en question (fig. 25).

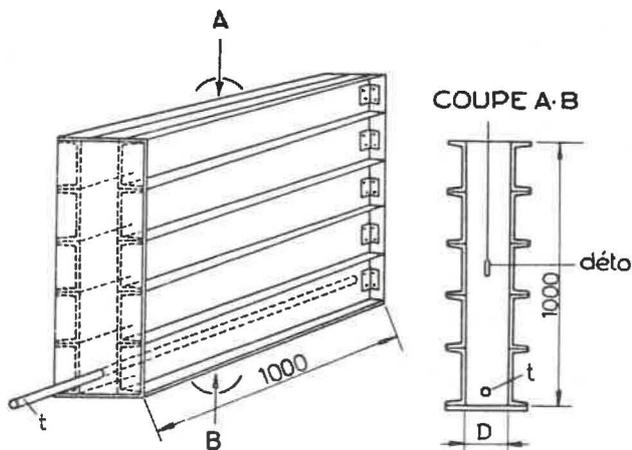


Fig. 25.

On a tiré, en les alternant, 600 détonateurs ordinaires et 600 détonateurs antigrisouteux n° 1, 2, 3 ... 10, en employant une batterie alcaline pour la mise à feu.

La distance D entre les parois a été respectivement de 50, 100 et 150 mm.

Dans ces conditions, nous avons obtenu, suivant leur provenance et leur retard, une fréquence d'inflammation allant de 20 à 100 % pour les détonateurs antigrisouteux et une fréquence de 90 à 100 % pour les détonateurs ordinaires.

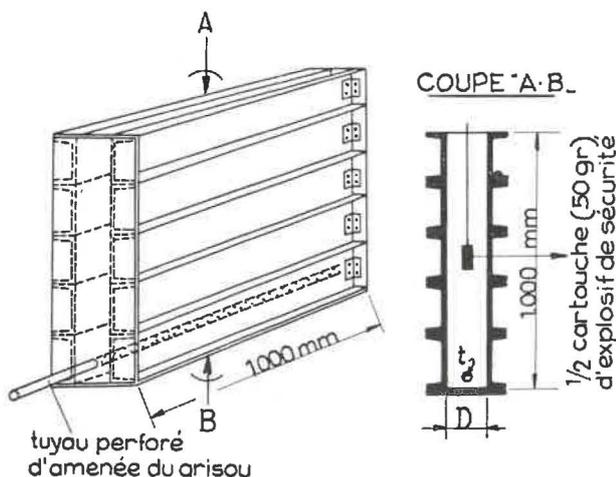


Fig. 26.

b) Nous avons essayé les mêmes détonateurs antigrisouteux, dans les conditions suivantes.

Le détonateur est placé dans une demi-cartouche de 100 g d'explosif de sécurité type IV et cette demi-cartouche est suspendue au centre du mortier en question comme indiqué à la figure 26.

Dans ces conditions, nous n'avons obtenu aucune inflammation avec les 60 détonateurs antigrisouteux que nous avons essayés.

**Conclusion.**

Les détonateurs dits antigrisouteux sont beaucoup plus sûrs que les ordinaires.

Ils sont cependant encore déficients dans certaines conditions lorsqu'ils sautent seuls à l'air libre, mais s'ils explosent dans une cartouche d'explosif de sécurité, ils paraissent présenter une sécurité complète.

Il est donc indiqué de faire en sorte que, dans la pratique, le détonateur ne puisse sortir de la cartouche-amorce quelles que soient les sollicitations auxquelles celle-ci puisse être soumise pendant le tir.

On peut atteindre facilement et économiquement ce résultat en plaçant la cartouche-amorce dans un fourneau ou gaine en matière plastique, soudé à une de ses extrémités et dont l'autre est ligaturée au moyen des fils du détonateur. Ce procédé est décrit plus loin, au chapitre III « Sécurité et salubrité des tirs de mines ».

**2. — ETUDE D'INCIDENTS DE MINAGE DUS AUX DÉTONATEURS**

**Ratés de tir dans un charbonnage.**

Dans un charbonnage de Campine, il se produisait un grand nombre de ratés lors du minage dans différents bouveaux. Les détonateurs utilisés étaient du type à long retard et de fabrication belge.

Les tirs donnant lieu à ces incidents comportaient de 50 à 70 mines et le nombre de ratés dans une même volée pouvait s'élever à 40. Les mines ratées étaient généralement localisées dans une même partie de la surface du front. Raccordées à la ligne de tir, elles sautaient en tout ou en partie, à la première mise à feu. Celles qui restaient éventuellement, sautaient à la mise à feu suivante.

Il est à noter que dans ces bouveaux, on pratiquait le forage à l'eau et que l'utilisation de détonateurs étrangers au lieu de détonateurs belges n'améliora pas de beaucoup la situation.

A la suite de ces incidents, les explodeurs et différents lots de détonateurs nous ont été soumis.

**A. Explodeurs.**

On a contrôlé, à l'oscillographe, le débit de 5 explodeurs sur résistance fixe de différentes valeurs

et quatre fois consécutivement le débit de l'un d'entre eux sur un circuit de tir constitué par 70 détonateurs de retard divers, raccordés en série.

Dans le premier cas, on a enregistré des intensités de courant supérieures à 1,5 A sur une résistance de 127 - 128 ohms, valeur de l'ordre de grandeur de la résistance des circuits de tir les plus chargés.

Dans les contrôles sur chaîne de 70 détonateurs, on n'a constaté aucun raté. L'intensité du courant s'est élevée à 1,5 - 1,7 A, tandis que la durée, limitée par le détonateur le plus sensible de la volée, a été de 0,7 à 1 milliseconde.

Le fonctionnement de ces explosifs était normal et les ratés n'étaient certainement pas dus à une déficience des explosifs.

### B. Détonateurs.

Les détonateurs ont été essayés à deux points de vue : sensibilité et isolement.

TABLEAU 14

I A	Durée ms	Déto par déto	Proportion des départs		
			par volée de		
			25	22	20
1 A	2,00	0/1			
1 A	2,25	0/1			
1 A	2,50	1/2			
1 A	2,75	10/10	199/200	66/66	20/20

#### a) Sensibilité.

On a d'abord déterminé, pour une intensité d'un ampère, la durée la plus courte de l'impulsion de courant qui ne donnait lieu pratiquement à aucun raté.

Pour cela, on a lancé dans le ou les détonateurs un courant réglé, au préalable, à un ampère pendant une durée déterminée par un pendule de Helmholtz.

Ce pendule ouvre successivement deux contacts (voir schéma simplifié de la fig. 27). Le premier (1) supprime une connexion qui mettait le ou les détonateurs en court-circuit. A l'instant même, le courant pré-réglé passe dans les détonateurs. Le second contact (2) coupe ce courant.

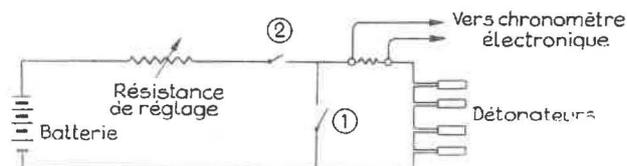


Fig. 27.

La durée ainsi déterminée au pendule est constante à  $\pm 0,02$  milliseconde près pour une série d'essais successifs. Cette durée est mesurée chaque fois au chronomètre électronique.

En faisant abstraction des numéros des détonateurs, on a obtenu les résultats donnés au tableau 14.

TABLEAU 15

N° des détonateurs	Durée de l'impulsion				
	2,50 ms	2,35 ms	2,00 ms	1,80 ms	1,50 ms
0	—	7/10	2/10	—	—
1	9/9	7/10	0/10	—	—
2	7/9	7/10	6/10	0/10	—
3	10/10	5/10	0/8	—	—
4	9/10	4/6	4/10	2/10	—
5	8/9	5/6	0/10	—	—
6	8/9	7/10	0/10	—	—
7	8/9	8/10	0/10	—	—
8	9/10	4/10	1/10	—	0/10
9	10/10	10/10	9/10	0/10	0/10

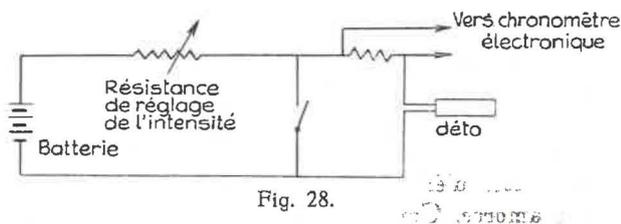
exprime le nombre de départs et le dénominateur le nombre de détos essayés.

A l'examen de ce tableau, on pouvait conclure que certains numéros (0, 2, 4 et 9) présentaient une sensibilité plus grande que les autres.

On pouvait craindre dès lors que ces détonateurs plus sensibles ne coupent le circuit en un temps inférieur à 2,75 ms, c'est-à-dire à la durée d'impulsion la plus courte nécessaire pour n'obtenir pratiquement aucun raté.

On a par conséquent déterminé, pour les numéros 0, 2 et 4, le temps qui s'écoule entre le lancer du courant et la rupture du circuit par le détonateur.

Ce temps est couramment appelé « délai de rupture ». On a opéré de la manière suivante (voir la figure 28 qui donne le schéma de principe).



On a lancé dans un détonateur, en ouvrant l'interrupteur (1), un courant d'un ampère non limité en durée. Le temps de passage du courant, c'est-à-dire le délai de rupture, a été mesuré au chronomètre électronique.

Les délais de rupture les plus courts sont donnés au tableau 16.

TABLEAU 16

N° du détó	Nombre d'essais	Délai de rupture le plus court en ms
0	20	2,94
2	10	2,98
4	10	3,08

Conclusion.

Le délai de rupture le plus court (2,94 ms) est plus long que la durée de l'impulsion nécessaire pour éviter les ratés (2,75 ms).

Les ratés constatés au Charbonnage ne s'expliquent donc pas par une anomalie dans la sensibilité des détonateurs.

b) Isolement des détonateurs.

Nous avons dès lors procédé à la mesure de l'isolement des détonateurs.

Cette mesure a été effectuée suivant le procédé représenté à la figure 29.

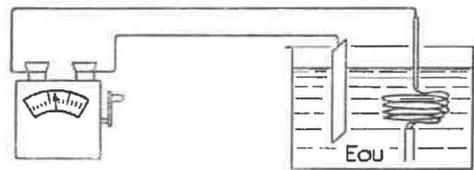


Fig. 29.

Le détonateur et ses fils (sauf les extrémités dénudées) sont plongés dans de l'eau contenant 50 g de sel (NaCl) par litre. Dans le même électrolyte est plongée également une lame de zinc. Cette dernière, d'une part, et le détonateur, d'autre part, sont raccordés aux bornes d'un mégohmmètre à magnéto.

Celle-ci donne à circuit ouvert une tension continue aux bornes de 500 V et, quand les bornes sont en court-circuit, une intensité au plus égale à 0,1 A.

La position de l'aiguille de l'instrument de mesure dépend du courant passant dans le circuit extérieur.

Le cadran porte une graduation en mégohms. On lit donc immédiatement la valeur de l'isolement.

1°) Défaut d'origine.

Sur 330 détonateurs contrôlés de cette façon, nous en avons trouvé deux dont l'isolement était nul.

Ces deux détonateurs défectueux ont été introduits dans une chaîne de 72 détonateurs de tous retards, reliés en série suivant le schéma de la figure 30. Ils ont été séparés dans la série par 40 détonateurs normaux et enterrés, y compris leurs fils mais non les connexions, dans du sable imbibé d'eau salée à 50 g par litre.

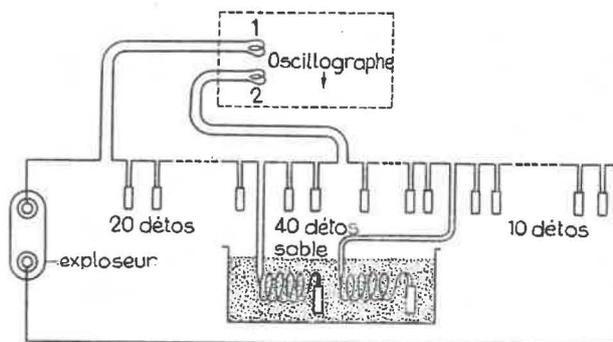


Fig. 30.

Nous avons enregistré à l'oscillographe à boucles le courant débité par l'explosiveur (boucle 1) et le courant passant dans les 40 détonateurs compris entre les deux détonateurs défectueux (boucle 2).

Lors du tir, ces 40 détonateurs n'ont pas sauté. L'enregistrement a révélé les intensités suivantes :

- intensivité débitée par l'explosiveur : 2,20 A
- intensité dans les 40 détonateurs ratés : 0,45 A
- intensité dérivée par le sable humide : 1,75 A
- durée du courant : 1 ms.

### Conclusion.

Cette dernière expérience démontre qu'il peut se produire des ratés par suite d'un défaut d'isolement de certains détonateurs. Le terrain doit cependant présenter une conductibilité suffisante.

Mais le pourcentage de détonateurs défectueux au point de vue isolement est trop faible pour expliquer la fréquence des ratés rencontrés à ce charbonnage.

### 2°) Défauts accidentels.

Nous avons donc été amenés à vérifier si les manipulations ne pouvaient produire des défauts semblables. Et c'est ainsi que nous avons pu constater qu'en nouant les fils d'un détonateur bien isolé autour d'un cylindre en bois représentant une cartouche et en frottant le nœud sur un morceau de grès sans cependant exagérer la poussée, on faisait tomber l'isolement à zéro.

Les manipulations brutales au cours du chargement, le frottement contre la paroi du fourneau du nœud exécuté autour de la cartouche amorce ou le coincement des fils sous l'extrémité du bourroir, peuvent provoquer la détérioration de l'isolant plastique et l'apparition d'un défaut d'isolement.

### Conclusion.

L'introduction dans le fourneau de la cartouche-amorce et l'opération de bourrage doivent être exécutées avec un minimum de précautions de façon à ne pas détériorer l'isolant des fils du détonateur.

## 2. Accident de carrière.

A la suite d'un accident survenu dans une carrière à un ouvrier qui avait foré involontairement sur une mine ratée, un lot de détonateurs nous a été envoyé.

Nous avons vérifié leur sensibilité de la manière suivante.

Dans un détonateur isolé, on a fait passer un courant d'un ampère pendant un temps réglé au pendule à contacts et mesuré au millisecondemètre de précision.

On a obtenu ainsi 2 ratés sur 2 essais pour une impulsion d'un ampère pendant 2,25 ms et 5 départs sur 5 essais pour une impulsion d'un ampère pendant 2,50 ms.

On lance ensuite un courant d'un ampère pendant 2,5 ms successivement dans une série de 5, 10, 20 et 25 détos sans avoir de ratés.

Pour un courant d'un ampère, le délai d'amorçage est donc de 2,50 ms, c'est-à-dire qu'une impulsion de courant d'intensité d'un ampère et de durée de 2,5 millisecondes allume toutes les amorces.

Nous avons ensuite déterminé pour la même intensité le délai de rupture, c'est-à-dire le temps qui

s'écoule entre le lancer du courant et la rupture du circuit par le détonateur.

Pour cela, on lance un courant d'un ampère dans le circuit constitué par le détonateur, des résistances et le millisecondemètre. Celui-ci marque directement le délai de rupture.

Sur 24 essais, les 2 délais les plus faibles ont été de 2,88 et 2,95 ms. Les autres sont égaux ou supérieur à 3 ms.

Le délai d'amorçage (2,50 ms) est donc nettement inférieur au délai de rupture le plus faible (2,88 ms).

Il n'y a donc, dans la sensibilité de ces détos, aucune anomalie qui pourrait expliquer un raté.

Dans cette carrière, on utilisait le réseau à 220 V pour la mise à feu.

Cette méthode n'est plus admissible avec les détonateurs actuels de grande sensibilité. Le courant peut en effet être lancé sur la ligne au moment où la sinusoïde approche de zéro. Quand elle arrive à zéro, certains détonateurs peuvent avoir reçu une impulsion d'énergie déjà suffisante pour allumer leur amorce. Comme à ce moment les autres détonateurs ne reçoivent plus d'énergie, les premiers vont sauter et couper le circuit avant que les autres ne soient allumés.

Il est à remarquer que l'utilisation de détonateurs à retard, à l'exclusion du zéro, ne changerait rien à la probabilité de ratés parce que le délai de rupture d'un détonateur même à long retard n'est pas essentiellement différent de celui d'un détonateur instantané (voir à ce sujet les mesures rapportées au paragraphe 1 ci-dessus). La rupture du circuit par un détonateur à retard autre qu'un zéro est due en général, non pas à l'éclatement du détonateur, mais à l'inflammation de l'amorce.

## 3. Détonateurs ratés.

On nous a remis à différentes reprises, des Bassins de Charleroi et du Centre, quelques détonateurs ratés.

Chacun d'eux a été ouvert et examiné.

Sauf dans un cas, l'amorce a toujours été retrouvée intacte et saute ensuite quand on y a envoyé une impulsion de 1,25 A pendant 3 ms au plus.

Ceci laisse supposer que ces détonateurs n'ont pas reçu de courant ou ont reçu un courant trop faible pour provoquer leur départ.

Dans un cas, on a constaté que l'amorce ne portait aucune trace de poudre. Le fil de pont était coupé et montrait des perles de fusion.

Ces cas ont été signalés aux fabricants respectifs de ces détonateurs et ceux-ci ont été invités à soigner le contrôle.

### III. — SECURITE ET SALUBRITE DES TIRS DE MINES

#### A. — ETUDE DE NOUVEAUX PROCÉDES

MM. Demelenne et Fradcourt ont publié un article intitulé « Sécurité et salubrité des tirs de mines », avec une note annexe de M. Fripiat (1).

Il y était question de différents procédés susceptibles d'accroître la sécurité des tirs de mines que nous avons expérimentés à nouveau d'une façon plus poussée.

##### 1) Bourrage hydraulique.

Et tout d'abord, le bourrage hydraulique qui consiste en une ampoule en matière plastique souple remplie d'eau avec ou sans additifs tels que  $\text{Ca Cl}_2$ ,  $\text{Na Cl}$ , des oxydants, des mouillants, etc...

Cette ampoule peut avoir des formes diverses et être fermée de différentes manières, notamment par soudure.

Ce bourrage est employé actuellement sur une grande échelle, en Angleterre, en Allemagne, aux Pays-Bas, etc.

Nos essais nous ont montré que :

a) Pour les tirs avec détonateurs instantanés, simplement placée contre la charge d'explosif, dans le trou de mine, cette ampoule, de longueur appropriée, présente la plus grande sécurité et améliore la salubrité.

En ce qui concerne la sécurité, nous avons constaté qu'il faut, dans le fourneau de 35 mm de diamètre du mortier d'acier, environ 20 cm<sup>3</sup> d'eau par 100 g de dynamite III pour constituer un bourrage capable d'empêcher l'inflammation d'une atmosphère à 9,5 % de méthane.

Evidemment en pratique, il convient d'avoir une marge de sécurité suffisante et d'augmenter en conséquence le volume d'eau précité (2).

Pour ce qui est de la Salubrité, nous avons observé, dans la galerie en roche de Colfontaine, que c'est avec ce bourrage qu'il y a le moins de poussières mises en suspension dans l'air par le tir.

Comme on le verra plus loin dans la rubrique « Étude du bourrage au sable », la quantité de poussières est de l'ordre de 30 % moins élevée qu'avec les bourrages au sable et à l'argile.

b) Pour les tirs avec détonateurs à retard, tout ce qui vient d'être dit reste vrai à condition toutefois de prendre la précaution de bien caler l'ampoule de bourrage, sinon celle-ci pourrait être expulsée du trou de mine lors de l'explosion d'autres mines amorcées avec des détonateurs à retard plus courts, ce qui ne serait pas sans danger, tout au

(1) Annales des Mines de Belgique, mai 1956.

(2) D'après le Règlement, le bourrage doit d'ailleurs avoir une longueur d'au moins 40 cm.

moins avec les explosifs du type I (Dynamite) et type II (brisant gainé), puisque la mine sauterait alors sans bourrage.

##### 2) Dispositif de fixation du détonateur dans la cartouche-amorce.

Au cours des précédentes recherches sur le tir à temps, on a enregistré, à de nombreuses reprises, des inflammations de grisou provoquées par le détonateur.

Lorsqu'une mine est décapitée par une voisine, le détonateur peut être extrait de la cartouche-amorce et exploser en dehors de la charge à l'air libre.

Si la sécurité du tir est déjà considérablement améliorée par l'emploi du détonateur « antigrisouteux », elle peut encore l'être davantage en faisant en sorte que ce détonateur ne puisse sortir de la cartouche, car si ces détonateurs « antigrisouteux » donnent encore lieu à des inflammations dans certaines conditions lorsqu'ils explosent seuls dans un mélange grisouteux, nous n'avons jamais constaté d'inflammation lorsqu'ils explosent dans une cartouche amorce de sécurité. Les résultats des essais faits à ce sujet sont exposés plus haut dans la rubrique relative aux détonateurs.

D'un autre côté, le nœud coulant, réalisé couramment avec les fils du détonateur autour de la cartouche, peut être à l'origine de certains ratés.

En effet, lors de l'introduction de la cartouche-amorce dans le trou de mine, les fils du détonateur, entourant cette cartouche, frottent contre la paroi du fourneau et cela peut occasionner des blessures à l'isolant des fils du détonateur, provoquer des contacts entre conducteurs et entraîner des ratés.

C'est en nous basant sur ces deux considérations que nous avons éprouvé un fourneau ou gaine d'environ un dixième de millimètre d'épaisseur en matière plastique très souple et résistante, dans lequel on peut placer la cartouche-amorce (fig. 31).

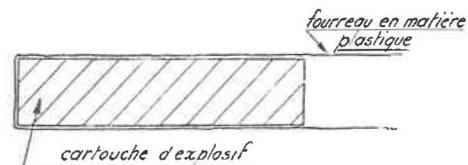


Fig. 31.

Le nœud coulant avec les fils du détonateur n'est plus effectué autour de ladite cartouche, mais à l'extrémité libre de la gaine préalablement tordue, comme le montre la figure 32.

Cette gaine est fermée par soudure à une de ses extrémités afin de réduire au minimum l'intervalle

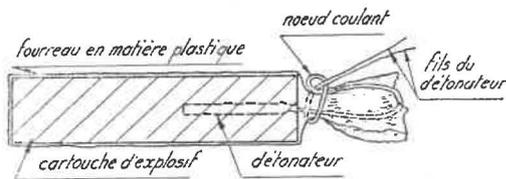


Fig. 32.

entre la cartouche-amorce et le reste de la charge.

Ce dispositif n'arrête, en aucune façon, la transmission de l'onde explosive.

La résistance de cette gaine est telle que, par traction progressive comme par traction brusque sur les fils du détonateur, ligaturés autour de l'extrémité libre de cette gaine, ce sont ces fils qui cassent et non la gaine.

Enfin, lors des essais de traction, nous avons constaté que l'allongement maximum, qui peut affecter cette gaine au moment où les fils du détonateur se rompent, est insuffisant pour permettre au détonateur de sortir de la cartouche-amorce.

Ce moyen simple et peu coûteux est susceptible d'éliminer les deux dangers signalés ci-dessus puisque, d'une part, quelles que soient les sollicitations auxquelles peut être soumise la cartouche-amorce lors du tir, le détonateur ne peut plus en sortir et, d'autre part, les fils du détonateur, n'entourant plus la cartouche, ne peuvent plus racler la paroi du trou de mine.

### 3) Moyen d'accroître la sécurité des tirs à la dynamite.

Avec les détonateurs à retard, on doit s'attendre à des phénomènes de décapitation et dans cette éventualité, même si ces détonateurs sont antigrisouteux et bien fixés dans la cartouche-amorce, il y a toujours un danger vis-à-vis du grisou, quel que soit le bourrage employé, si l'explosif utilisé n'est pas de sécurité (dynamite ou explosif brisant).

Cela étant, nous avons expérimenté le procédé suivant qui semble devoir permettre de diminuer sinon d'éliminer ce danger.

Dans chaque trou de mine, on utilise une cartouche d'explosif de sécurité comme cartouche-amorce ; un détonateur antigrisouteux y est fixé au moyen de la gaine en matière plastique mentionnée plus haut et une ampoule hydraulique de longueur

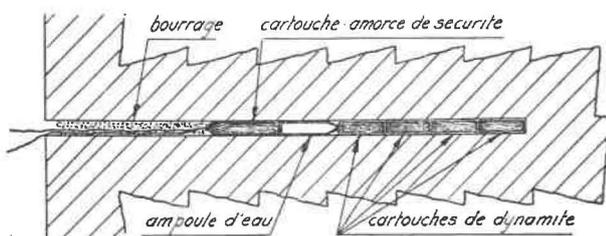


Fig. 33.

appropriée est intercalée entre la cartouche-amorce et la charge de dynamite ou d'explosif brisant.

Avec ce procédé, qui est illustré par la figure 33 les dangers pouvant résulter de la décapitation devraient pouvoir être écartés. En effet, si :

a) *Le bourrage seul est enlevé*, le tir n'enflammera pas le grisou, car la cartouche-amorce est de sécurité et l'ampoule intercalaire est suffisante pour protéger le reste de la charge.

Des tirs faits suivant ce procédé, *sans bourrage*, au mortier classique de 40 mm de diamètre, ont montré qu'il faut, par 100 g de dynamite III, environ 2 cm de longueur d'ampoule intercalaire de 35 mm de diamètre, soit de l'ordre de 20 cm<sup>3</sup> d'eau, pour empêcher l'inflammation dans la galerie métallique d'une atmosphère à 9,5 % de CH<sub>4</sub>.

La figure 34 représente le mortier classique utilisé, de 1,90 m de longueur, et la figure 35 une coupe diamétrale de celui-ci avec la disposition proposée de la charge dans le fourneau.



Fig. 34.

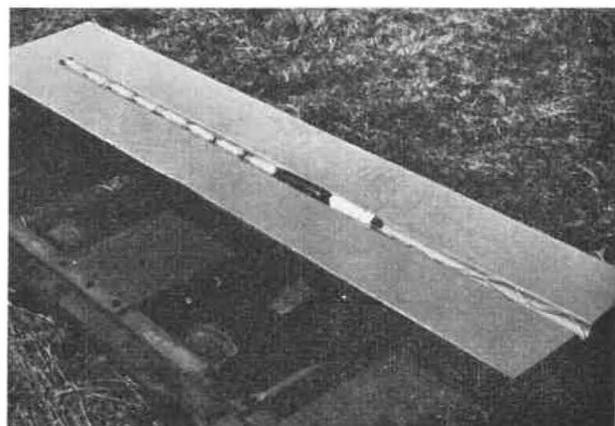


Fig. 35.

Dans cette disposition, on voit donc, à partir du fond du fourneau, les cartouches de dynamite, puis l'ampoule intercalaire et enfin la cartouche-amorce

de sécurité. Il n'y a pas de bourrage devant la cartouche-amorce.

De nombreux tirs de ce genre ont été faits en présence de grisou en employant une cartouche-amorce de Charbrite avec des détonateurs antigrisouteux de numéros divers et on a pu tirer 4 cartouches de 100 g de dynamite avec une ampoule intercalaire de 8 cm, 5 cartouches avec une ampoule de 10 cm, 6 cartouches avec une ampoule de 12 cm, 8 cartouches avec une ampoule de 16 cm, sans jamais provoquer l'inflammation du grisou.

b) *Le bourrage et la cartouche-amorce sont enlevés (fig. 36).*

Il n'y aura pas inflammation car, comme dit plus haut, la cartouche-amorce avec son détonateur antigrisouteux, enfermée dans la gaine ou fourreau en

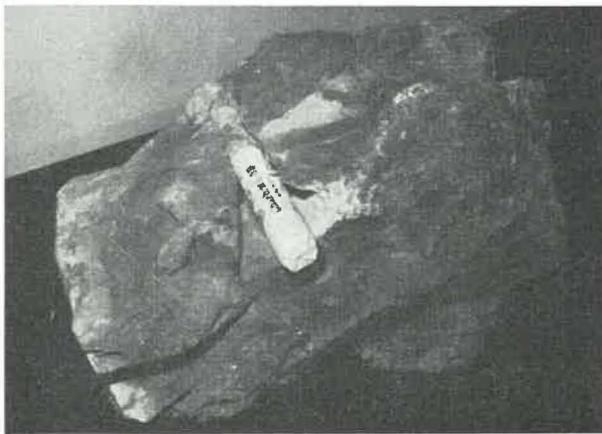


Fig. 36.

matière plastique, peut sauter, sans danger, tant à l'air libre qu'entre parois parallèles rapprochées (voir plus haut « Sécurité des détonateurs vis-à-vis du grisou »).

Le reste de la charge étant dépourvu de cartouche-amorce restera intact dans le trou de mine.

c) *Le trou de mine est ouvert longitudinalement, toute la charge restant en place (tir d'angle) (fig. 37).*

Dans ces conditions, seule la cartouche-amorce explosera, ce qui comme dit ci-dessus est sans danger.

Le reste de la charge ne sautera pas car, si l'onde explosive, développée par la cartouche-amorce, est suffisante pour traverser l'ampoule et faire sauter le reste de la charge dans un fourneau intact, elle ne l'est plus dans la rainure à l'air libre que constitue le trou de mine ouvert en long.

Dans des trous de mine intacts en roches dures, nous avons constaté que la propagation de l'onde explosive de la cartouche-amorce se fait normale-

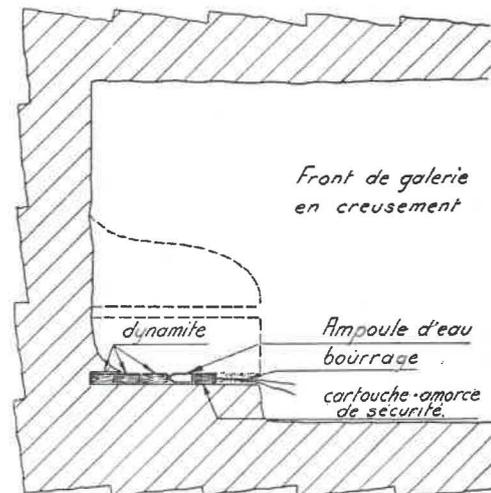


Fig. 37.

ment à travers une ampoule de 30 cm de longueur et que toute la charge saute.

Si les roches ne sont pas dures et sont fissurées, le procédé peut être mis en défaut lorsqu'on emploie une ampoule de trop grande longueur mais il est évident que, dans ces conditions, la dynamite n'est pas indiquée, tout au moins en fortes charges.

Dans le mortier ordinaire, il a fallu placer une ampoule de 45 cm de longueur pour que l'explosion de la cartouche-amorce ne fasse pas sauter le reste de la charge.

La coupe du mortier, représentée sur la figure 38, montre la disposition de cette charge comprenant une ampoule intercalaire de 45 cm de longueur.

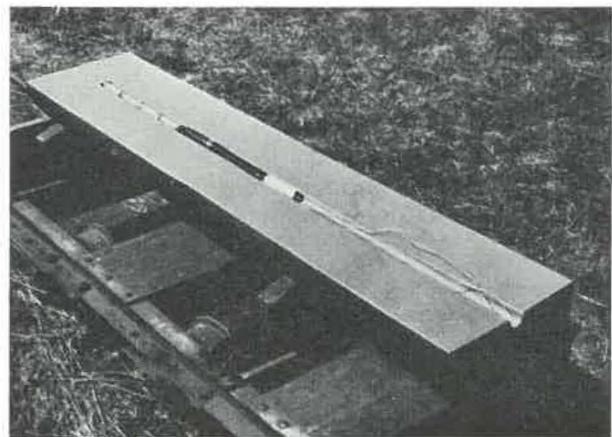


Fig. 38.

A remarquer que, si la charge de dynamite ou d'explosif brisant nécessite une ampoule trop longue compte tenu de la qualité des roches, les essais ont montré que l'on obtient le même résultat en plaçant une ampoule plus courte entre la cartouche-amorce et les cartouches de dynamite et en intercalant, dans celles-ci, une ou plusieurs autres ampoules de longueur appropriée à raison de 2 cm d'ampoule par 100 g de dynamite.

Avec deux ampoules intercalaires de 30 cm de longueur, disposées comme indiqué sur la figure 39, toute la charge saute dans le mortier ordinaire.

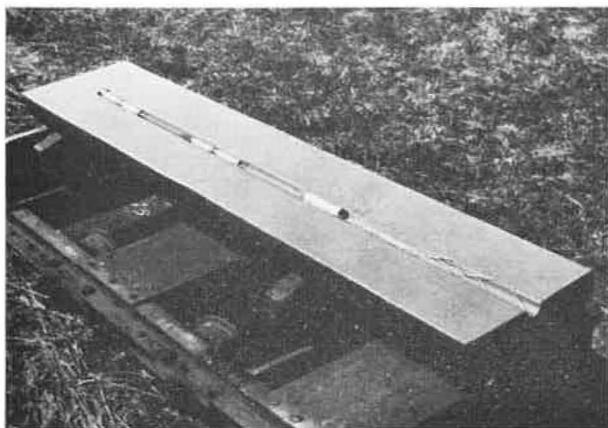


Fig. 39.

Cette disposition ne peut normalement que favoriser le rendement du tir car l'explosif est mieux réparti dans le trou de mine.

Par contre, dans la rainure latérale du bloc représenté sur la figure 40, il suffit d'une ampoule intercalaire de 4 cm de longueur pour que l'explosion d'une cartouche de Charbrite ne fasse pas sauter les cartouches de dynamite voisines.

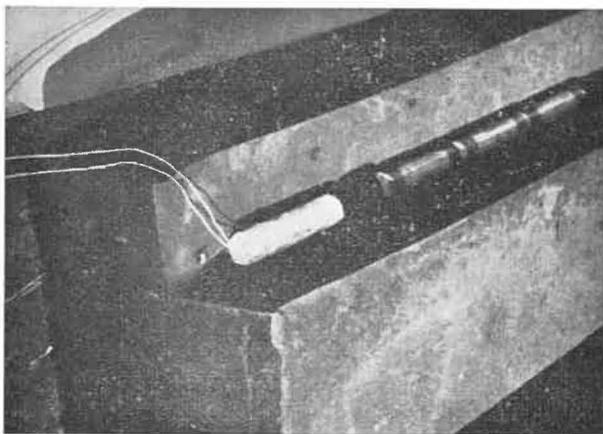


Fig. 40.

A noter que, sans ampoule intercalaire, la transmission dans cette rainure latérale peut se faire sur des longueurs beaucoup plus grandes selon la sensibilité de la Charbrite et pouvant dépasser 10 et même 15 cm.

#### Remarques.

1°) L'ampoule intercalaire doit être telle que son contact avec l'explosif, situé de part et d'autre, soit réalisé le mieux possible de façon que la distance entre l'explosif et le liquide de l'ampoule soit la plus

faible, afin de ne pas nuire à la transmission de l'onde explosive.

2°) Il convient aussi de dire que, sauf cas exceptionnel soumis à dérogation, le procédé, qui vient d'être décrit, n'est pas destiné à permettre le remplacement des explosifs de sécurité par des explosifs brisants ou de la dynamite ; son but est d'accroître la sécurité des tirs qui se font normalement avec ces derniers explosifs, et ce but sera toujours atteint, car s'il arrive qu'un boutefeu, chargé d'appliquer ce procédé, ne s'y conforme pas et néglige donc d'employer une cartouche-amorce de sécurité et de placer l'ampoule intercalaire, la situation sera, ni plus ni moins, celle qui existe actuellement.

#### B. — ETUDE DU BOURRAGE AU SABLE

Certains charbonnages utilisent des sachets de sable pour le bourrage des fourneaux de mine. Ce procédé a d'abord été essayé en bouveau, avant d'être employé dans les autres galeries.

Les sachets que l'on nous a demandé d'essayer ont 36 cm de longueur et 24 mm de diamètre et contiennent de l'ordre de 250 g de sable fin et sec. Le bourrage de chaque mine est effectué à l'aide de deux de ces sachets poussés l'un derrière l'autre et dont l'enveloppe doit normalement éclater sous la pression du bourroir.

Ces charbonnages signalent comme avantages de cette méthode :

- 1) économie de main-d'œuvre car les aides ne sont plus astreints à confectionner les carottes d'argile sur place ;
- 2) gain de temps puisque le bourrage au sable en question est plus rapide que le bourrage à l'argile ordinaire ;
- 3) sécurité accrue du fait que :
  - a) on a la certitude d'avoir un bourrage de longueur suffisante ;
  - b) le sable est plus efficace que l'argile contre les coups débourants.

Nous avons étudié ces bourrages aux points de vue salubrité et sécurité.

#### Salubrité.

Nous avons procédé, dans notre galerie du Bois de Collfontaine, à une série d'essais afin de pouvoir déterminer la quantité de silice libre apportée par le sable car il est notoire que la silice libre est nuisible à la santé.

Dix essais avec ce bourrage ont été effectués et nous avons profité de l'occasion pour comparer, au point de vue de la salubrité, ce bourrage au sable avec le bourrage à l'argile et le bourrage à l'eau.

Nous avons donc également effectué 10 essais avec chacun de ces bourrages à l'argile et à l'eau.

**Disposition et chargement des trous de mines.**

Quatre trous de bossement en schiste dur sont forés en A, B, C et D, parallèlement à l'aire de voie, comme indiqué à la figure 41.

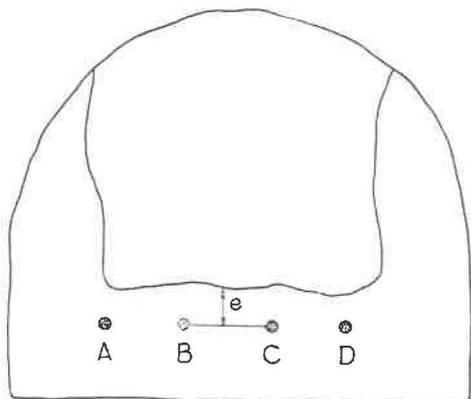


Fig. 41.

Comme explosifs, nous avons employé dans la moitié des cas, des cartouches de Ruptol (diamètre d'une cartouche : 30 mm ; longueur : 14 cm ; poids : 100 g), dans les autres, de la Dynamite III P.R.B. (diamètre d'une cartouche : 25 mm ; longueur : 13 cm ; poids : 100 g).

Le bourrage au sable était réalisé comme dit plus haut, tandis que le bourrage à l'argile avait 45 cm de longueur et que le bourrage à l'eau consistait en ampoules d'eau de 30 cm de longueur et 30 mm de diamètre.

**Appareillage utilisé.**

Lors du tir, les poussières dégagées sont recueillies sur des sphères en aluminium de 12 cm de diamètre, vaselinées sur toute leur surface extérieure.



Fig. 42.

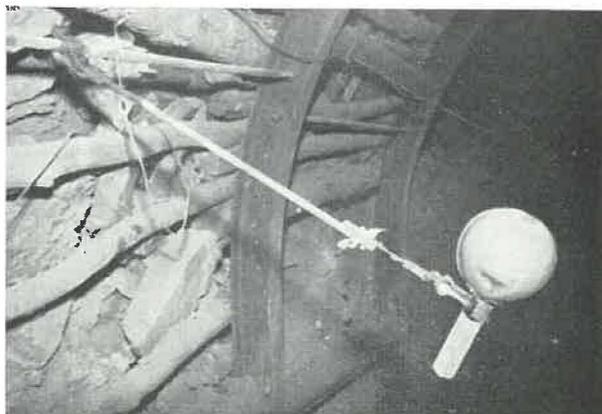


Fig. 43.

Ces sphères sont, immédiatement avant le tir, fixées aux entretoises des cadres de soutènement au moyen de tringles et sont disposées toutes dans une même section de la galerie, à 3,45 m du front.

Au cours de tous nos essais, nous avons adopté la disposition représentée sur les figures 42 et 43.

**Analyse des poussières recueillies.**

Comme il est dit ci-dessus, les poussières du nuage poussiéreux, provoqué par le tir, sont recueillies sur des sphères en aluminium vaselinées.

Après chaque essai, ces sphères sont rentrées au laboratoire et lavées à l'éther de pétrole qui dissout la vaseline. Les poussières sont recueillies sur filtre et lavées avec le même dissolvant. Le filtre est séché puis calciné. On obtient ainsi le poids de poussières déposées ; on analyse celles-ci afin de déterminer le pourcentage de silice qu'elles contiennent.

A chaque essai, sauf dans les deux premiers, on a prélevé un échantillon de poussières de forage à sec dans lesquelles on a également déterminé le pourcentage de silice.

Ont été soumis également à la même analyse le sable et l'argile utilisés pour le bourrage.

**Résultats obtenus.**

Les résultats sont indiqués dans le tableau 17 dans lequel sont notés : la nature du bourrage employé, la quantité et le pourcentage de Si O<sub>2</sub> des poussières recueillies, le pourcentage de Si O<sub>2</sub> contenu dans les poussières de forage, ainsi que dans le sable et l'argile de bourrage.

TABLEAU 17

Essai n°	Nature du bourrage employé	Quantité de poussières recueillies sur les sphères	Pourcentage de Si O <sub>2</sub>			
			Poussières recueillies sur les sphères	Poussières prélevées au cours du forage des trous de mine	Matières de bourrage	
					Sable	Argile
1	sable	3,74	77,94	—	97,00	—
2	»	3,54	77,82	—	97,00	—
3	»	4,19	72,14	64,70	97,00	—
4	»	3,85	74,27	64,69	97,00	—
5	»	1,68	74,15	63,06	97,00	—
6	»	2,93	81,76	65,71	97,00	—
7	»	3,52	78,22	64,70	97,00	—
8	»	1,48	67,84	56,98	97,00	—
9	»	3,50	79,04	72,04	97,00	—
10	»	2,67	72,69	61,15	97,00	—
11	eau	3,36	65,73	74,42	—	—
12	»	2,90	65,34	75,73	—	—
13	»	2,23	58,60	66,51	—	—
14	»	1,89	61,69	66,63	—	—
15	»	3,00	65,74	66,03	—	—
16	»	4,41	66,81	67,20	—	—
17	»	0,44	66,45	71,01	—	—
18	»	0,33	72,80	73,63	—	—
19	»	2,82	66,55	66,82	—	—
20	»	1,13	66,73	67,44	—	—
21	argile	4,06	64,45	64,07	—	82,88
22	»	3,53	64,60	64,24	—	82,88
23	»	2,69	63,38	61,53	—	82,88
24	»	2,71	63,82	62,38	—	82,88
25	»	3,30	67,23	66,46	—	82,88
26	»	2,82	67,88	65,47	—	82,88
27	»	4,10	71,59	61,71	—	82,88
28	»	4,57	66,67	62,94	—	82,88
29	»	3,66	66,90	63,72	—	82,88
30	»	2,34	63,51	62,86	—	82,88

### Discussion des résultats.

Quelle est la proportion de silice libre apportée par le sable de bourrage dans les poussières recueillies ?

Le calcul nous donne les renseignements repris au tableau 18. A noter que, pour les essais 1 et 2, comme nous n'avions pas prélevé de poussières de forage avant l'essai, nous avons admis, pour celles-ci, une teneur en silice de 64,70 % qui représente la moyenne des teneurs en Si O<sub>2</sub> des essais 3, 4 et qui, comme on le voit, ne présentent pas entre elles, de grandes différences.

Signalons que, lors de l'essai n° 5, une seule cartouche de sable par trou de mine a été employée.

Le tableau 18 nous montre donc que, dans les poussières recueillies, la proportion de *silice libre* apportée par le sable varie de 23,05 à 51,29 %.

Il faut bien noter que ces chiffres ont trait à la silice libre et non à la silice combinée, comme celle provenant de l'argile de bourrage ou des poussières de forage qui contiennent essentiellement des silicates et qui sont moins nocives.

D'autre part, si nous examinons les chiffres du tableau 17, nous voyons que c'est avec l'eau que la quantité moyenne de poussières recueillies est la plus faible et de l'ordre de 30 % moins élevée qu'avec les autres bourrages ; il s'agit uniquement des poussières produites par le tir.

TABLEAU 18

N° de l'essai	Quantité de poussières recueillies en g	Silice libre apportée par le sable en %	Silice sous forme de silicate apportée par les poussières de forage en %
1	3,74	40,89	59,11
2	3,34	40,60	59,40
3	4,19	23,05	76,95
4	3,85	29,65	70,35
5	1,68	32,80	67,20
6	2,93	51,29	48,71
7	3,32	41,86	58,14
8	1,48	27,00	73,00
9	3,50	28,16	71,84
10	2,67	31,96	68,04

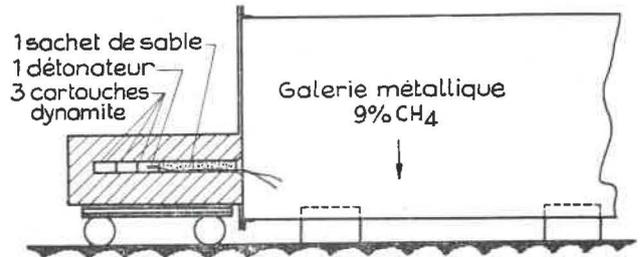


Fig. 44.

**Sécurité.**

Nous avons également essayé ce bourrage au sable dans des tirs en galerie métallique, en présence de grisou.

La figure 44 représente le dispositif employé.

Dans un mortier cylindrique, on place 3 cartouches de Dynamite III amorcées réglementairement puis, comme bourrage, un sac de sable de 360 mm de longueur.

On dispose le mortier contre l'orifice de la chambre à gaz de la galerie, où l'on introduit un mélange grisouteux à 9 % de CH<sub>4</sub>, puis on tire.

**Conclusions.**

Le bourrage au moyen de sachets de sable peut donc constituer un danger vis-à-vis du grisou lorsque l'on tire avec des explosifs qui ne sont pas de sécurité.

D'un autre côté, lors du tir, il donne naissance à des poussières de silice en proportion élevée.

A noter qu'en Allemagne, il est interdit d'utiliser, dans les mines, des matériaux de bourrage contenant plus de 1 % en poids de silice libre et, entre autres, le sable sec pas suite du danger de silicose lié à sa haute teneur en quartz.

**IV. — MATERIEL DE MINAGE**

**1. — EXPLOSEURS**

Les exploseurs utilisés dans les mines doivent maintenant répondre aux conditions stipulées dans 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.

Six exploseurs de types et de marques différents, 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 normes.

Chacun de ces appareils a été contrôlé à l'oscillographe à boucles au point de vue de la puissance et de la durée de l'impulsion de courant. Celle-ci est toujours comprise entre 3 et 4 ms.

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

1. ExplosEUR Ernst Brün, type ZEB/A/20 à main  
Résistance : 70 ohms
2. ExplosEUR Ernst Brün, type ZEB/A/10 à main  
Résistance : 50 ohms
3. ExplosEUR Ernst Brün, type ZEB/A/50-1 à ressort  
Résistance : 200 ohms
4. ExplosEUR Schäffler, type BDKMS/25 à main  
Résistance : 65 ohms
5. ExplosEUR Schäffler, type ABFGS à ressort  
Résistance : 220 ohms
6. ExplosEUR S.E.R.T.R.A., type 1/100 à ressort  
Résistance : 240 ohms.

Les modifications apportées à ces exploseurs ont fait l'objet d'avenants aux agrémentations primitives.

**2. — OHMMETRE**

La firme Atea, à Anvers, a présenté à l'agrément un ohmmètre portant la dénomination Minopzi. Il s'agit d'un appareil à pile (1,5 V) comportant deux

résistances et un galvanomètre contenus dans un boîtier en matière moulée.

Ce boîtier porte deux bornes, un bouton-poussoir et le bouton de compensation d'une baisse de tension de la pile. L'échelle est graduée de 0 à 500 ohms.

Les indications de l'instrument ont été vérifiées sur résistances-étalons. Elles sont d'une exactitude suffisante.

## V. — PROPAGANDE POUR LA SECURITE DU MINAGE

Quarante-trois visites éducatives ont été organisées afin de satisfaire à l'Arrêté Ministériel du 26 juin 1959 relatif au certificat de capacité des boute-feux.

1.125 personnes (boute-feux accompagnés d'ingénieurs) ont ainsi assisté à des expériences réalisées spécialement à leur intention. Elles sont venues par groupes d'une trentaine et on leur a notamment montré :

*Explosifs* : le danger du grisou et des poussières inflammables, en provoquant dans la galerie métallique :

a) un coup de grisou avec une seule cartouche de dynamite placée dans le mortier cylindrique ordinaire ;

b) un coup de grisou-poussières avec une seule cartouche d'explosif S.G.P. sans gaine, placée dans

Le courant débité en court-circuit est de 5 mA, intensité 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.

la rainure latérale du mortier parallélépipédique, à 20 cm d'une paroi de choc verticale.

*Détonateurs* : le danger que peut présenter la manipulation des détonateurs et les précautions à prendre ;

la façon de bien placer le détonateur dans la cartouche amorce.

*Lignes de tir* : le danger des ligatures non isolées et des blessures de l'isolement, même légères, surtout en présence d'humidité.

*Lampes* : la manière de détecter convenablement le grisou et de mesurer les auréoles ;

les précautions à prendre avec les lampes à flamme, en présence de grisou.

*Grisoumètres* : la manière de se servir des nouveaux grisoumètres portatifs.

## VI. — LOCOMOTIVES DIESEL

### A. — FONCTIONNEMENT DES MOTEURS DIESEL EN ATMOSPHERE GRISOUTEUSE

Les locomotives diesel présentées à l'Institut National des Mines en vue de leur agrégation pour les mines sont soumises à des essais en atmosphère grisouteuse.

A cette fin, le moteur est mis en marche et réglé, soit au ralenti, soit à sa vitesse de régime. Il est ensuite introduit et enfermé dans une cuve munie de portes et pourvue de certains parois en papier. Un ventilateur souffle dans cette cuve un mélange de grisou et d'air. Les fuites par les interstices des portes et des parois laissent s'échapper à l'atmosphère un débit égal à celui du ventilateur. La teneur en méthane s'élève donc petit à petit dans la cuve jusqu'à atteindre celle du mélange introduit, qui est généralement supérieure à la limite inférieure d'inflammabilité.

Bien que la cuve soit balayée par le mélange grisouteux, l'atmosphère y est néanmoins polluée par les gaz d'échappement du moteur à l'essai.

Le moteur fonctionne ainsi à vide pendant 3 à 4 heures en atmosphère grisouteuse par essais d'une durée d'une demi-heure.

#### 1. Constatations générales sur le fonctionnement.

Au cours de ces essais, on constate que le fonctionnement mécanique du moteur est en général fortement troublé.

Certains moteurs cognent dès que la teneur en méthane passe au-dessus de 3 à 4 % ; d'autres, par contre, ne présentent ce phénomène que pour des teneurs supérieures à 7 %.

La plupart galopent, c'est-à-dire qu'ils accélèrent et ralentissent alternativement. La période de ces accélérations et de ces ralentissements est d'ailleurs irrégulière.

L'accélération peut même aller jusqu'à l'emballement. Pour certains moteurs, ce phénomène se produit après un fonctionnement de longue durée en atmosphère grisouteuse et s'explique par un coincement du régulateur centrifuge. D'autres au contraire fonctionnent en moteur à gaz à une vitesse double de celle de régime dès que la teneur en méthane at-

teint 7 % ; la suppression complète de l'injection ne provoque pas de ralentissement. Ce phénomène a été constaté pour deux moteurs monocylindriques de marques différentes.

Un autre moteur, par contre, a tellement ralenti qu'il a fini par s'arrêter dans une atmosphère à 9 % de CH<sub>4</sub>.

De plus, deux moteurs de même type peuvent présenter des caractéristiques de fonctionnement assez différentes.

## 2. Principe des essais.

En vue de déterminer les causes de cette diversité dans les troubles de fonctionnement, nous avons voulu voir ce que devenait le méthane en passant, mélangé à l'air, dans un moteur diesel.

C'est ainsi qu'au cours des essais des derniers moteurs présentés à l'Institut National des Mines, les années précédentes, nous avons prélevé simultanément, à l'aspiration et dans l'échappement, des échantillons de gaz qui ont été ensuite soumis à l'analyse par la méthode de fractionnement à basse température.

Bien que les essais ne soient pas très nombreux, les résultats nous ont paru assez intéressants pour être signalés. Nous les avons donc rassemblés et communiqués à la X<sup>e</sup> Conférence Internationale (1959) des Directeurs de stations d'essais à Pittsburgh, sous le titre « Le fonctionnement des moteurs diesel en atmosphère grisouteuse ». Nous reprenons ici les parties principales de cette note.

## 3. Données sur les moteurs essayés.

Trois moteurs de conception et de réalisation très différentes ont été étudiés de cette façon.

Le premier A est un moteur à 4 cylindres, 4 temps, d'une puissance de 45 ch au régime de 3.000 tr/min. Il s'agit donc ici d'un moteur rapide. Dans la culasse sont ménagées des chambres de précombustion dans lesquelles débitent les injecteurs.

Le second B est un moteur monocylindrique à cylindre horizontal à 4 temps. La culasse comporte aussi une chambre de précombustion. La puissance est de 12 ch au régime de 1.200 tr/min.

Le troisième C est un moteur à trois cylindres à injection directe également à 4 temps. Puissance : 50 ch. Régime normal : 1.200 tr/min.

Contrairement aux moteurs B et C, pourvus chacun d'un régulateur centrifuge classique, le moteur A est équipé d'un régulateur pneumatique à membrane contrôlant le débit des injecteurs.

Un papillon est monté dans un Venturi de la tuyauterie d'aspiration. Il est commandé directement par le levier d'accélération.

La dépression créée par le moteur dans le collecteur d'aspiration est fonction de la vitesse de rotation et de la position du papillon. Elle détermine la

position de la membrane du régulateur et ainsi le débit des injecteurs. A chaque position du levier d'accélération correspond donc une vitesse de rotation que le régulateur établit et maintient constante dans des limites déterminées par sa sensibilité.

## 4. Essais.

### Moteur A.

Le moteur A n'est pas équipé d'empilages ni à l'aspiration ni à l'échappement. Réglé au ralenti à 700-750 tr/min et placé dans une atmosphère dont la teneur en méthane augmente progressivement, il change brusquement de régime lorsque la teneur passe par 3,75 %. La vitesse s'établit à 1.700 tr/min. Cette vitesse reste sensiblement constante jusqu'à 7,5 % de méthane, puis elle commence à diminuer.

Pendant toute la durée du fonctionnement en atmosphère grisouteuse, le moteur ne galope pas et la vitesse de rotation reste continuellement sous le contrôle de l'accélérateur. Cependant, le ralenti s'établit à 1.700 tr/min au-dessus de 3,75 % de méthane ; de plus, quand la teneur en CH<sub>4</sub> est d'environ 8 %, il est impossible d'atteindre 3.000 tr/min.

Lorsque le moteur tourne à grande vitesse (plus de 2.500 tr/min), la cuve d'essais se remplit d'un épais brouillard de gazoil.

Les échantillons de gaz ont été prélevés simultanément à l'aspiration et dans le tuyau d'échappement, une première fois alors que le moteur tournait à 1.700 tr/min et une seconde fois à la vitesse de 2.700 tr/min.

Les résultats en volumes % des analyses de l'essai à 2.700 tr/min sont donnés en détails au tableau 19.

TABLEAU 19

	Aspiration	Echappement
H <sub>2</sub>	0,59	3,25
CH <sub>4</sub>	8,26	6,97
O <sub>2</sub>	17,61	11,98
N <sub>2</sub>	71,98	71,57
CO	1,07	4,05
CO <sub>2</sub>	0,39	1,60
Cx Hy	0,10	0,58

Ils montrent une teneur importante en hydrogène à l'échappement.

Ils sont repris en partie, de même que les résultats des autres analyses, au tableau 20.

### Moteur B.

Ce moteur commence à cogner dès que la teneur en grisou dépasse 3 à 4 %. Il accélère assez fort,

puis ralentit par périodes irrégulières. Cette accélération est importante quand la teneur en méthane atteint 9 %.

On a l'impression qu'il n'est pas loin de fonctionner en moteur à gaz à auto-allumage. Cependant, il ralentit, revient aux environs de 700 tr/min et recommence le même cycle.

Il est pourvu d'un papillon dans la tuyauterie d'aspiration. Ce papillon est toujours en position d'ouverture. Sa fermeture est déclenchée par un dispositif à force centrifuge lorsque la vitesse de rotation atteint 1.400 tr/min.

Au cours des essais, ce papillon s'est fermé deux fois à une teneur en méthane comprise entre 8 et 9,5 %, provoquant ainsi l'arrêt du moteur.

On peut donc dire que ce moteur montre une nette tendance à l'emballement.

Un moteur du même type, non muni du dispositif de fermeture de l'aspiration, avait précédemment fonctionné en moteur à gaz à auto-allumage à partir d'une teneur en méthane de 7 %.

Au cours des essais du moteur B, on a prélevé 5 séries de deux échantillons de gaz, l'un à l'aspiration et l'autre dans l'échappement.

Trois séries ont été prises alors que le moteur était réglé à l'air pur à la vitesse de 600 tr/min et 2 séries à la vitesse de 1.200 tr/min.

Les résultats des analyses sont donnés au tableau 20.

#### Moteur C.

Ce moteur fonctionne très régulièrement en atmosphère grisouteuse. Il accélère légèrement, mais

ne montre aucune tendance à galoper. Les cognements n'apparaissent que pour des teneurs supérieures à 7 % et restent peu accusés.

Au cours des essais, on a prélevé également 5 séries de 2 échantillons de gaz pour analyse.

#### 5. Résultats des analyses.

Les analyses ont donné les teneurs des différents gaz en volumes % à l'aspiration et à l'échappement.

En nous basant sur le fait que l'azote et l'oxygène trouvés à l'aspiration doivent se retrouver intégralement à l'échappement, le premier à l'état libre et le second à l'état libre (O<sub>2</sub>) ou composé (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O), nous avons pu transformer les résultats des analyses de manière à donner pour chaque gaz le nombre de moles trouvés à l'échappement par 100 moles de mélange aspiré et d'en déduire immédiatement le nombre de moles de gaz apparues ou disparues dans les cylindres.

Nous avons retenu spécialement le méthane et l'hydrogène et avons établi le tableau 20.

Ce tableau doit être lu de la manière suivante :

Lors de l'essai du moteur A à 1.700 tr/min (1<sup>re</sup> ligne), 100 moles de mélange aspiré contenaient 7,69 moles de CH<sub>4</sub> ; parmi celles-ci, 2,23 (ou 29 %) ont été brûlées dans les cylindres. Pour la même quantité de mélange aspiré, 0,17 mole d'hydrogène est apparu à l'échappement.

TABLEAU 20

Méthane brûlé et hydrogène apparu.

Moteur	Prélèvement	Vitesse de rotation tr/min	CH <sub>4</sub> à l'aspiration	CH <sub>4</sub> brûlé	CH <sub>4</sub> brûlé %	H <sub>2</sub> apparu à l'échappement
A	I	1.700	7,69	2,23	29,00	0,17
	II	2.700	8,26	1,23	15,13	2,68
B	III	500	1,23	0,77	62,60	0
	II	id.	2,29	1,60	69,87	0
	I	id.	6,64	3,45	51,96	0
	IV	1.200	1,87	1,34	71,66	0
	V	id.	4,76	3,16	66,39	0
C	III	600	3,12	1,26	40,38	0
	II	id.	4,64	1,43	30,82	0
	I	id.	7,92	2,38	30,05	0,01
	IV	750	5,46	1,89	34,62	0
	V	id.	9,45	2,28	24,13	0,28

## 6. Discussion des résultats.

### a) Proportion de méthane brûlé.

Les résultats des 4<sup>me</sup> et 6<sup>me</sup> colonnes du tableau 20 ont été reportés en graphique à la figure 45.

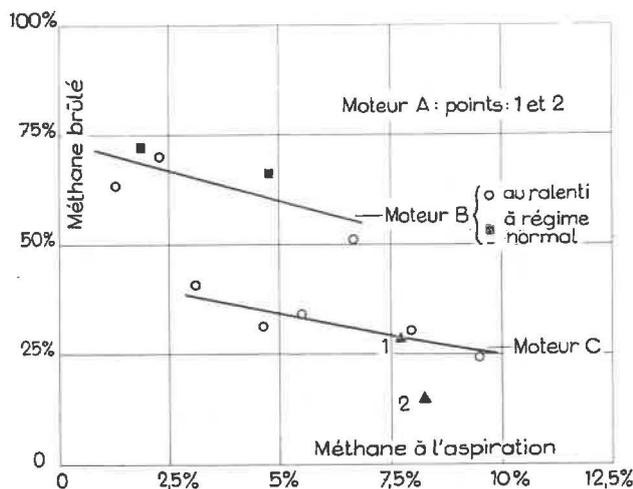


Fig. 45.

On y voit très nettement, pour les moteurs B et C, que la proportion de méthane brûlé diminue lorsque la teneur augmente à l'aspiration.

En ce qui concerne le moteur A, on ne dispose que de deux points correspondant à des vitesses très différentes et à des teneurs très voisines. Comme ce moteur tourne très régulièrement en grisou, on peut conclure que la proportion de grisou brûlé diminue quand la vitesse augmente. Ce fait n'apparaît pas pour le moteur B dont l'allure varie continuellement entre 700 et 1.300 tr/min.

De plus, en comparant les moteurs B et C, on remarque que le moteur à chambre de précombustion (moteur B) brûle beaucoup mieux le méthane que le moteur C à injection directe dans les cylindres. Et l'on comprend pourquoi le premier présente une tendance marquée à l'emballement.

### b) Apparition d'hydrogène.

L'examen de la dernière colonne du tableau 20 appelle les remarques suivantes.

Pour un moteur lent (C), l'apparition d'hydrogène dans les gaz d'échappement semble se manifester lorsque la teneur en CH<sub>4</sub> dépasse 9 % à l'aspiration, c'est-à-dire lorsque le mélange air-méthane approche du rapport stoechiométrique et que l'oxygène n'est plus surabondant.

Pour un moteur rapide (A), l'hydrogène apparaît plus tôt (vers la teneur de 7,5 % de méthane à l'aspiration) ; la quantité d'hydrogène imbrûlé est déjà notable à 8,26 % de CH<sub>4</sub> au régime de 2.700 tr/min.

Ce phénomène doit être dû principalement à la détente particulièrement rapide des gaz en combus-

tion, conséquence directe d'une vitesse de rotation élevée.

Il n'est cependant pas interdit de penser que le papillon sur l'aspiration, lequel n'était pas entièrement ouvert lors de nos essais, n'est pas sans influence sur ce phénomène. Il réduit en effet la quantité d'air aspiré et par conséquent la quantité d'oxygène disponible pour assurer la combustion du gas-oil injecté.

## 7. Conclusions.

L'existence de chambres de précombustion dans les culasses favorise la combustion du méthane dans les cylindres. Et la grande proportion de grisou brûlé permet d'expliquer la tendance à l'emballement de certains moteurs.

Mais un phénomène qui nous paraît plus important est l'apparition d'hydrogène dans les gaz d'échappement. Cette apparition serait favorisée par un régime rapide et une proportion insuffisante d'oxygène.

Ce serait le cas lors de l'emballement d'un moteur lent en atmosphère grisou et air à teneur assez élevée en méthane.

La sécurité des empilages se conserve-t-elle dans ces conditions et la commande de l'arrêt d'un moteur emballé, par obstruction complète de la tuyauterie d'aspiration, est-elle bien indiquée ?

A la suite des travaux rapportés au paragraphe suivant, il est maintenant permis de répondre qu'il n'y a pas lieu de s'inquiéter.

Le CO<sub>2</sub> et l'important excès d'azote se trouvant dans les gaz d'échappement (tableau 19) enlèvent à l'hydrogène toute sa virulence.

### B. — EMPILAGE COUPE-FLAMME A NETTOYAGE PAR PEIGNE

Le fait le plus important dans le domaine des locomotives diesel est certainement l'apparition d'un empilage coupe-flamme Roleco d'origine allemande à nettoyage par peigne.

En effet, la sécurité des moteurs Diesel repose principalement sur les coupe-flamme placés à l'aspiration et à l'échappement. Ces coupe-flamme sont normalement constitués de lamelles de 50 mm de largeur, empilées les unes sur les autres avec intercalation d'épaisseurs calibrées laissant, entre deux lames voisines, un interstice de 0,5 mm. Les gaz éventuellement enflammés doivent traverser ces empilages de lamelles et parcourir ainsi un trajet de 50 mm dans des interstices de 0,5 mm de hauteur ; à leur sortie, ils sont suffisamment refroidis et ne peuvent plus allumer un mélange de grisou et d'air.

A l'échappement, ces appareils se salissent très rapidement. Ils nécessitent, par conséquent, des nettoyages très fréquents, parfois même journaliers. Pour cette opération, il faut enlever l'empilage du

pot d'échappement et assez souvent le démonter entièrement. Ces enlèvements, démontages, remontages, remises en place ne sont pas sans danger, car la sécurité dépend surtout du soin apporté au remontage et à la remise en place. Elle serait de beaucoup augmentée si le coupe-flamme pouvait être nettoyé sans être enlevé du pot. C'est ce qu'a voulu réaliser le constructeur de l'empilage Roleco.

Ce coupe-flamme est muni d'un peigne rotatif. En faisant tourner ce peigne de temps en temps au cours du poste au moyen d'une manivelle, on en passe les dents, constituées de lamelles d'acier, dans les interstices du coupe-flamme qu'on déblaye ainsi des suies avant colmatage et durcissement.

Pour que les lamelles du peigne aient une rigidité suffisante, il faut que leur épaisseur soit de 0,7 mm au moins et par conséquent que les interstices de l'empilage soient de 0,8 mm, valeur d'ailleurs admise dans tous les pays miniers voisins.

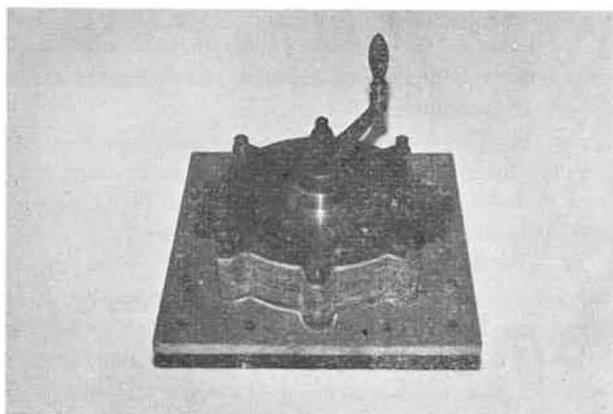


Fig. 46.

L'appareil soumis à l'I.N.M. représenté sur la figure 46 est constitué de lamelles de 2 mm d'épaisseur, présentant la forme d'une couronne circulaire de 50 mm de largeur et empilées à l'écartement de 0,8 mm, ce qui lui donne une forme extérieure cylindrique. Sur la lamelle extérieure est fixé un disque plein qui force les gaz à sortir par les interstices en se dispersant radialement. L'axe du peigne coïncide avec l'axe de l'appareil.

Tout l'appareil est en acier spécial Ni - Cr - 18/8 - Mo, inattaquable par les acides dérivés du soufre.

### Essais.

Les essais ont été conduits de manière à faire ressortir le coefficient de sécurité de l'interstice 0,8 mm.

Le coupe-flamme a été monté sur un pot d'échappement et placé dans une cuve où l'on réalisait un mélange inflammable de grisou et d'air à une teneur comprise entre 7 et 11 %.

L'intérieur du pot était alimenté en mélange inflammable de méthane et d'air ou d'hydrogène, de méthane et d'air ou même en mélange plus complexe.

En vue de réduire le nombre d'analyses nécessaires pour ces essais, une installation spéciale a été réalisée pour obtenir ces différents mélanges. Elle est représentée sur la figure 47.

Un surpresseur aspire de l'air atmosphérique par un tuyau disposé en rectangles concentriques dans le but de favoriser l'homogénéité et de réduire l'en-

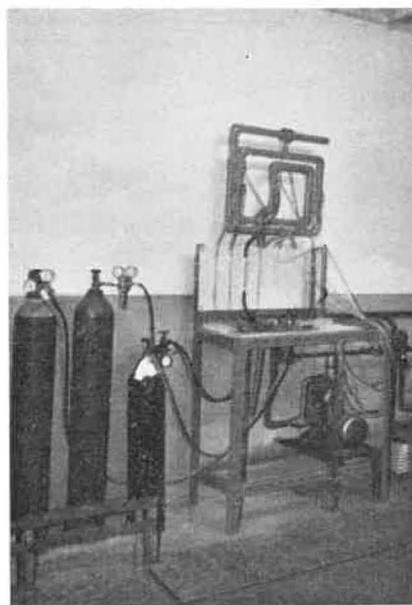


Fig. 47.

combrement. Ce surpresseur est pourvu d'un by-pass muni d'une vanne. Celle-ci sert à régler le volume d'air aspiré lequel est mesuré au moyen d'un débitmètre à diaphragme. Dans les branches verticales du tuyau d'aspiration, on peut injecter, à partir de bonbonnes munies de détendeurs, jusqu'à 5 gaz différents. Le débit de chacun d'entre eux est mesuré au moyen d'un débitmètre à flotteur.

Il est donc possible de réaliser ainsi a priori des mélanges gazeux dont les différents constituants se révèlent à l'analyse en proportions très proches de celles prévues. De plus, il suffit d'une seule analyse pour une série d'essais réalisés dans les mêmes conditions. Si l'on maintient chaque débitmètre à son repère, on est certain qu'il n'y aura aucun changement appréciable dans le mélange.

En présence de mélanges de méthane et d'air, on a déterminé l'interstice maximum de sécurité.

On a obtenu ainsi les résultats reportés au tableau 21 dans lequel le dénominateur de chaque fraction indique le nombre d'essais et le numérateur le nombre de traversées.

TABLEAU 21

Teneur en CH <sub>4</sub> dans le pot		7 %	8 %	9 %	10 %	11 %
Interstice :	1,50 mm	2/30	2/30	0/30	0/20	0/20
	1,40 mm	0/20	1/42	2/40	0/40	1/40
	1,30 mm	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20
	0,80 mm	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20

Lorsqu'on a réalisé dans le pot des mélanges d'hydrogène, de méthane et d'air, on a opéré uniquement sur l'interstice 0,8 mm. En faisant varier les teneurs en hydrogène et en méthane, on a constaté qu'il y a risque de traversée lorsque la teneur en hydrogène atteint 3,5 %, la teneur en CH<sub>4</sub> pouvant être quelconque entre 3 et 10 %.

L'analyse du comportement de l'empilage en présence d'hydrogène a été entreprise parce qu'une étude précédente (voir plus haut, paragraphe A) avait révélé qu'un moteur Diesel, fonctionnant dans une atmosphère de grisou et d'air, produisait de l'hydrogène par cracking du gasoil dès que la teneur en méthane se rapprochait des proportions stoechiométriques.

Les mélanges gazeux constatés dans le pot d'échappement lors de cette étude (tableau 21) ont été reconstitués et rendus inflammables par addition d'air, ou d'air grisouteux pour l'essai de l'empilage. Aucun d'entre eux n'a mis en défaut l'empilage monté avec interstices de 1,4 mm.

De plus, de nombreux essais réalisés avec pulvérisation de gasoil dans la tuyauterie alimentant le pot ont montré que le gasoil n'aggravait nullement les conditions de l'essai.

#### Conclusion.

L'empilage coupe-flamme Roleco à nettoyage par peigne a fait l'objet d'un arrêté d'agrément.

## VII. — LOCOMOTIVES ELECTRIQUES A ACCUMULATEURS POUR LES MINES

### Batterie Tudor.

Cette batterie est représentée sur la figure 48.

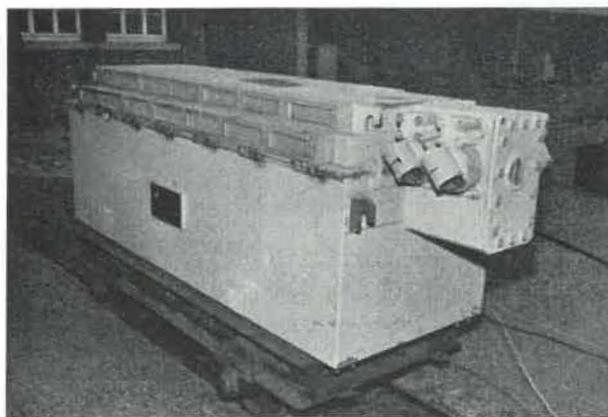


Fig. 48.

Elle est composée de 40 éléments au plomb du type 8 - 1 k - 100 d'une capacité nominale de 800 Ah en 8 heures. Elle est enfermée dans un coffre antigrisouteux en tôle d'acier revêtu intérieurement de caoutchouc.

Le couvercle se pose sur la bride du coffre et en forme ainsi la paroi supérieure.

Il se ferme par glissement longitudinal ; ce mouvement engage l'une sous l'autre des griffes extérieures en plan incliné et produit ainsi un serrage énergétique du couvercle sur le coffre.

Le couvercle est pourvu de 28 empilages disposés en deux étages de 14.

Chaque empilage 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. La batterie dans son coffre a été soumise à des essais portant sur la concentration possible en gaz électrolytiques dans l'espace restant libre au-dessus des éléments et le coffre lui-même doit encore subir la série d'essais visant à déterminer l'efficacité des empilages contre les traversées de flamme.

Les essais du premier type sont effectués suivant le mode opératoire suivant.

La batterie est chargée, coffre ouvert, au moyen d'un redresseur pouvant débiter 40 A au maximum. Une heure après la fin de la charge, on ferme le couvercle.

Les éléments continuent à dégager de l'hydrogène et de l'oxygène qui se répandent dans l'espace libre du coffre et s'éliminent en partie par les empilages.

Le danger de ces gaz mélangés avec l'air pré-existant est directement lié à leur teneur.

On procède donc à des prélèvements de gaz dans l'espace au-dessus des éléments. A cette fin, un empilage a été remplacé par un bloc de bois traversé par un tuyau de prise. Les prélèvements au nombre de 4 ou 5 sont échelonnés sur 8 heures.

La batterie est déchargée sur une résistance pendant ou après la période des prélèvements.

La tension aux bornes de la batterie et l'intensité du courant sont enregistrées pendant la charge et la décharge.

Les enregistrements de l'intensité fournissent, par une simple opération de planimétrie, les valeurs en ampères-heure des charges et des décharges.

Les résultats des essais sont donnés au tableau 22.

Ces essais confirment que la disposition des empilages en deux étages est très efficace pour réduire la teneur en hydrogène dans l'espace libre du cof-

fret, à condition bien entendu que celui-ci soit ouvert pendant la charge.

On constate, en effet, que la teneur en H<sub>2</sub> est toujours restée inférieure à 2 % et que le maximum n'a pas été modifié par l'obturation de la moitié des empilages.

Mais il faut bien remarquer que charger une batterie sans ouvrir au préalable le coffret constitue une réelle imprudence. L'analyse révèle, en effet, une teneur en hydrogène atteignant 14 % lors du premier prélèvement effectué cependant 1/2 heure après la fin de la charge, ce qui est extrêmement dangereux au point de vue explosion.

Nous n'avons pas encore terminé tous nos essais relatifs au comportement des empilages vis-à-vis des mélanges gazeux complexes d'air, hydrogène, oxygène et méthane.

Ils feront l'objet d'un prochain rapport.

## VIII. — APPAREILS ET CIRCUITS ELECTRIQUES DE SECURITE INTRINSEQUE

Un circuit électrique est dit de sécurité intrinsèque quand les étincelles pouvant s'y produire n'allument pas les mélanges gazeux inflammables dans lesquels le circuit pourrait devoir fonctionner. Un appareil complet est de sécurité intrinsèque quand tous ses circuits répondent à cette condition.

L'essai consiste donc à alimenter normalement le circuit à vérifier et à y provoquer des étincelles au moyen d'un rupteur dont les lames sont connectées, soit en série avec les différents éléments, soit en parallèle sur certains d'entre eux.

Le rupteur utilisé comporte deux lames, l'une en laiton et l'autre en zinc. La première est fixe et la deuxième est calée sur un axe. Quand on fait tourner l'axe, la lame de zinc touche une fois par tour la lame de laiton, ce qui établit entre elles un contact bref suivi d'une rupture et provoque une étincelle. Le dispositif fonctionne dans une petite chambre où l'on peut introduire un mélange gazeux inflammable.

Pour les circuits devant fonctionner en grisou, le mélange est généralement formé de gaz d'éclairage et d'air à 20 % de gaz. Cette manière d'opérer procure un coefficient de sécurité appréciable, étant donné que le gaz d'éclairage est plus facile à enflammer que le méthane.

### A. — APPAREILS DE SECURITE INTRINSEQUE

#### 1) Pont de mesure à transistors Peekel type T. 200.

Cet appareil est spécialement construit par le Laboratorium voor Electronika, à Rotterdam (Hollande), pour la détermination des tensions dans les matériaux au moyen de jauges de contraintes.

Celles-ci, au nombre de deux, forment deux branches d'un pont équilibré dont les deux autres branches sont constituées par des résistances pures. Ces dernières sont enfermées dans le boîtier de l'appareil. L'une des jauges est collée au préalable sur l'élément dont il faudra ultérieurement déterminer la fatigue.

Le boîtier contient une batterie d'accumulateurs du type étanche de 6,25 V et 450 mAh servant à l'alimentation des circuits. Cette batterie est accompagnée d'un redresseur permettant de la charger à partir du secteur.

L'appareil comprend un générateur à transistors qui fournit dans l'une des diagonales du pont une tension alternative de fréquence 1.000 Hz.

Quand la jauge active subit une déformation (allongement ou raccourcissement), le pont est déséquilibré et une tension apparaît aux extrémités de la seconde diagonale. Cette tension est compensée par une tension en opposition prélevée au même générateur. Cette dernière est réglée en agissant sur un diviseur de tension de façon à ramener à zéro l'aiguille d'un galvanomètre raccordé à la sortie d'un montage à transistors amplifiant la tension compensée. La position du diviseur de tension donne la variation de la résistance de la jauge de mesure sous la contrainte qu'elle subit.

Les essais de l'appareil ont visé la sécurité intrinsèque des circuits d'alimentation du pont (courant alternatif à 1.000 Hz) et d'alimentation du générateur et de l'amplificateur (courant continu de la batterie).

Pour cela, le rupteur a été raccordé :

- 1°) en série dans le circuit de la batterie ;
- 2°) aux bornes mêmes de la batterie ;
- 3°) aux bornes d'alimentation du pont de jauges.

TABLEAU 22

N° de l'essai	D : décharge C : charge en Ah	Repos ouverte	Délai depuis fermeture	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Air	Autres	Observations
1	D : 229 C : 340	1 h 15'	45'	0,52	0,47	98,98	0,03	coffret ouvert
			1 h 30'	0,71	0,89	98,36	0,04	
			3 h	0,62	1,00	98,36	0,02	
			5 h	0,68	1,22	98,07	0,03	
			8 h	0,53	0,93	98,49	0,05	
2	D : 240 C : 337	1 h 25'	45'	0,52	0,02	99,46	0,03	id.
			1 h 30'	0,71	0,77	98,48	0,03	
			3 h	0,63	0,71	98,63	0,03	
			5 h	0,57	1,12	98,28	0,03	
			8 h	0,52	0,99	98,45	0,04	
3	D : 220 C : 312	2 h 15'	45'	0,49	0,41	99,06	0,04	id.
			1 h 30'	0,58	0,62	98,76	0,04	
			3 h	0,57	0,63	98,76	0,04	
			5 h	0,51	1,09	98,36	0,04	
			8 h	0,41	0,91	98,63	0,05	
4	D : 284,4 C : 386	1 h 05'	45'	0,77	0,86	98,35	0,02	id.
			1 h 30'	0,80	0,96	98,21	0,03	
			3 h	0,70	1,46	97,81	0,03	
			5 h	0,55	1,30	98,12	0,03	
			8 h	0,53	0,99	98,45	0,03	
5	D : 291,6 C : 402	1 h	45'	0,84	1,11	98,02	0,03	id.
			1 h 30'	0,86	1,16	97,95	0,03	
			3 h	0,76	1,35	97,86	0,03	
			5 h	0,63	1,40	97,93	0,04	
			8 h	0,55	1,30	98,12	0,03	
6	D : 316,8 C : 446	1 h	45'	0,76	0,81	98,40	0,03	id.
			1 h 30'	0,89	1,28	97,80	0,03	
			3 h	0,84	1,38	97,75	0,03	
			5 h	0,79	1,45	97,73	0,03	
			8 h	0,71	1,33	97,92	0,04	
7	D : 270 C : 378,4	1 h 40'	45'	0,67	0,63	98,67	0,03	id.
			1 h 30'	0,74	0,99	98,23	0,04	
			3 h	0,74	0,70	98,53	0,03	
			5 h	0,64	1,06	98,26	0,04	
			8 h	0,51	1,16	98,30	0,03	
8	D : 314,4 C : 402	1 h	45'	0,83	0,85	98,28	0,04	id.
			1 h 30'	0,88	1,15	97,93	0,04	
			3 h	0,85	1,36	97,75	0,04	
			5 h	0,71	1,31	97,93	0,05	
			8 h	0,63	1,03	98,30	0,04	

TABLEAU 22 (suite)

N° de l'essai	D : décharge C : charge en Ah	Repos ouverte	Délai depuis fermeture	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Air	Autres	Observations	
9	D : 338 C : 417	1 h	45'	0,65	0,98	98,33	0,04	coffret ouvert	
			1 h 30'	0,74	1,08	98,14	0,04		
			3 h	0,69	1,26	98,01	0,04		
			5 h	0,61	1,37	97,99	0,03		
			8 h	0,55	1,32	98,09	0,04		
10	D : 278 C : 408	néant	30'	14,27	10,74	74,92	0,07	coffret fermé	
			1 h	7,52	8,25	84,16	0,07		
			1 h 45'	3,90	5,69	90,36	0,05		
			2 h 30'	2,10	4,93	92,92	0,05		
			4 h	1,08	3,59	95,28	0,05		
			6 h	0,64	2,07	97,26	0,03		
			9 h	0,55	1,46	97,95	0,04		
11	D : 347,2 C : 410,6	néant	30'	14,21	11,88	73,86	0,05	id.	
			1 h	7,57	8,88	83,49	0,06		
			1 h 02'			mise en décharge			
			1 h 45'	3,46	6,39	90,12	0,03		
			2 h 30'	1,87	4,92	93,17	0,04		
			4 h	0,99	3,28	95,70	0,03		
			6 h	0,71	2,11	97,14	0,04		
			9 h	0,58	1,12	98,26	0,04		
12	D : 350 C : 710	1 h	45'	1,58	1,59	96,80	0,03	mise en pa- rallèle d'un second re- dresseur cof- fret ouvert	
			1 h 30'	1,89	1,70	96,38	0,03		
			3 h	2,01	1,67	96,30	0,02		
			5 h	1,93	1,34	96,70	0,03		
			8 h	1,71	0,74	97,52	0,03		
13	D : 410 C : 680	1 h	45'	1,26	1,25	97,47	0,02	id.	
			1 h 30'	1,63	1,63	96,71	0,03		
			3 h	1,73	1,70	96,54	0,03		
			5 h	1,63	1,35	97,00	0,02		
			8 h	1,52	0,95	97,50	0,03		
14	D : 403 C : 720	1 h	45'	1,03	0,95	98,00	0,02	id.	
			1 h 30'	1,19	1,29	97,50	0,02		
			3 h	1,28	1,49	97,21	0,02		
			5 h	1,25	1,49	97,24	0,02		
			8 h	1,07	1,01	97,90	0,02		
15	D : 325 C : 700	1 h	45'	1,32	1,48	97,18	0,02	id.	
			1 h 30'	1,61	1,75	96,62	0,02		
			3 h	1,72	1,93	96,33	0,02		
			5 h	1,68	1,41	96,89	0,02		
			8 h	1,52	0,85	97,61	0,02		
16	D : 325 C : 700	1 h	45'	1,16	0,85	97,97	0,02	id.	
			1 h 30'	1,36	1,26	97,35	0,03		
			3 h	1,39	1,22	97,37	0,02		
			5 h	1,34	1,10	97,54	0,02		
			8 h	1,24	0,90	97,83	0,03		

Dans aucun cas, on n'a obtenu l'inflammation du mélange gazeux qui était formé en l'occurrence de gaz d'éclairage et d'air.

#### Conclusion.

L'appareil complet, déconnecté du réseau, est de sécurité intrinsèque. Il a été agréé.

### 2) Poste téléphonique à transistor TT. 55 de la firme Fernsprech-Zubehör - Dienst G.m.b.H. à Berlin.

Chaque poste comprend un combiné microtéléphonique et un boîtier, d'ailleurs reliés l'un à l'autre par un câble à six conducteurs.

Le boîtier renferme une pile de 1,5 V, un montage à transistor fonctionnant en générateur à 1.000 Hz ou en amplificateur des courants microphoniques, ainsi qu'un transformateur. Il porte deux bornes de raccordement à la ligne, ainsi qu'un bouton-poussoir.

Si l'un des correspondants raccordés à la ligne appuie sur ce bouton, les microphones de tous les autres postes fonctionnent en hurleur.

Les combinés sont pourvus d'une touche permettant de passer d'écoute à conversation.

Les essais ont visé la sécurité intrinsèque du signal d'appel plus puissant que les courants téléphoniques.

Une ligne a été équipée de deux postes et le rupteur a été raccordé en série dans la ligne et ensuite en parallèle aux bornes de l'un des postes. Dans chacune des deux dispositions on a envisagé les cas suivant : appel lancé

- 1°) par le poste 1 ;
- 2°) par le poste 2 ;
- 3°) simultanément par les 2 postes.

Dans chaque hypothèse, on a provoqué 250 ruptures ; aucune n'a donné lieu à l'inflammation d'un mélange de gaz d'éclairage et d'air.

#### Conclusion.

L'appareil est donc de sécurité intrinsèque et a fait l'objet d'un arrêté d'agrément.

### 3) Émetteur-récepteur radiotéléphonique Mayday, Gilly.

Cet émetteur-récepteur portatif est un poste à transistors destiné à fonctionner dans les puits et les galeries souterraines.

Il y permet des communications téléphoniques aisées même à grande distance. Les galeries doivent cependant être équipées d'un guide d'ondes (tuyauterie métallique, câble électrique ou conducteur tendu spécialement).

L'appareil est du type à modulation d'amplitude. Il émet sur 150 kHz.

Il est contenu dans un boîtier en tôle d'acier divisé en deux compartiments séparés par une cloison étanche.

L'un des compartiments renferme le montage électronique avec microphone - haut-parleur et l'autre contient 3 batteries cadmium-nickel du type lampe de mines ou du type étanche de 7 Ah, connectées en série par l'intermédiaire de fusibles du type clos « sous verre ». Ces compartiments sont pourvus d'ouverture de ventilation.

La manipulation du commutateur émission-réception provoque la coupure ou le rétablissement d'un courant de 20 mA.

Sur position « émission », l'intensité du courant d'alimentation est de 290 mA ; sur position « réception », elle est de 60 mA ou de 20 mA respectivement en la présence ou en l'absence de signal. La puissance en haute fréquence à l'antenne est tout au plus de 600 mW.

Les essais ont consisté à vérifier, en gaz d'éclairage, la sécurité du circuit d'alimentation en positions réception et émission au maximum de puissance, ainsi que celle du circuit de commutation émission-réception.

Tous ces essais ont été satisfaisants.

#### Conclusion.

L'appareil émetteur-récepteur Mayday a été agréé.

### 4) Lampe signal Friemann et Wolf.

Il existe des installations téléphoniques sans source de courant. Elles sont d'une sécurité absolue et paraissent convenir pour l'équipement des tailles.

Elles présentent l'inconvénient de demander un dispositif particulier d'appel.

La lampe signal est précisément l'un de ces dispositifs. C'est une lampe électrique à main munie d'une tête spéciale qui, dans la première version précédemment agréée, renfermait un relais fin et un relais fort. Cette tête est de plus munie de deux prises, l'une servant à la raccorder à la ligne téléphonique et l'autre recevant la fiche du microphone-écouteur. Cette fiche contient une très petite pile de 1,5 V et est pourvue d'un bouton-poussoir. Lorsqu'on appuie sur celui-ci, la pile excite le relais fin de chaque lampe raccordée à la ligne téléphonique. Ce relais ferme le circuit de l'enroulement du relais fort alimenté par l'accumulateur contenu dans le pot et chaque lampe s'allume.

Le relais fin était très fragile, c'est pourquoi le constructeur l'a remplacé par un montage à transistors absolument indéréglable.

La sécurité du montage à transistors a été vérifiée en provoquant, en gaz d'éclairage, des ruptures du circuit de l'enroulement du relais fort, le plus dangereux, parce qu'il est parcouru par l'intensité

la plus forte (56 mA) et qu'il possède le coefficient de self-induction le plus élevé. Aucune rupture n'a provoqué l'inflammation du gaz.

#### Conclusion.

La modification de la lampe signal Friemann et Wolf n'a affecté en rien le caractère primitif de sécurité intrinsèque. Elle a donc été admise par un avenant à l'arrêté d'agrément.

### B. — CIRCUITS DE SECURITE INTRINSEQUE

#### 1) Détecteur de niveau à isotope radioactif ETA 1 de Landys et Gyr à Zoug (Suisse).

Cet appareil est destiné à la commande du remplissage ou de la vidange d'une trémie, ou de l'arrêt de l'une de ces opérations, quand les matériaux y contenus atteignent un certain niveau. A cette fin, une bombe contenant un isotope radioactif est placée au niveau à surveiller en dehors de la trémie. Elle émet au travers de celle-ci un faisceau horizontal de radiations. L'intensité de celles-ci est fortement réduite quand les matériaux solides arrivant à leur hauteur les interceptent. La bombe ne comporte aucun organe électrique et n'apporte aucune cause d'inflammation du grisou.

Dans le faisceau sortant de la trémie se trouve un tube Geiger-Müller (G.M.) dont le rôle est de détecter les radiations. Ce tube, alimenté sous une tension continue de 550 V, émet des impulsions en nombre proportionnel à l'intensité des radiations reçues. Ces impulsions sont amplifiées et intégrées par un circuit à constante de temps appropriée. Lorsque l'intensité des radiations dépasse (ou descend sous) un certain niveau, la tension continue s'établissant aux bornes du circuit intégrateur passe au-delà ou en-deça d'une certaine valeur, actionne (ou lâche) un relais qui déclenche une alarme ou commande le mécanisme de mise en route (ou d'arrêt) du remplissage ou de la vidange.

Le tube G.M. est contenu dans un cylindre métallique.

L'appareil fournissant la tension continue, amplifiant les impulsions et les intégrant est alimenté par le secteur. Il est contenu dans son coffret propre qui peut être très distant du tube G.M. Ce coffret est antigrisouteux ou il est installé dans un endroit où aucun afflux de grisou n'est à craindre.

La ligne reliant l'appareil au tube G.M. est de sécurité intrinsèque, de même d'ailleurs que le tube G.M. lui-même.

Ce fait a été vérifié en mélange de gaz d'éclairage et d'air dans les diverses conditions suivantes : le rupteur a été connecté ;

1°) seul aux bornes de l'appareil entre lesquelles apparaît la tension continue de 550 V ;

2°) en parallèle avec le tube G.M. aux mêmes bornes ;

3°) en série dans le circuit de la sonde.

#### Conclusion.

Il s'agit donc bien ici d'un appareil à circuit de sécurité intrinsèque.

Le détecteur de niveau à isotope radioactif ETA 1 de Landys et Gyr a été agréé sous condition que l'appareil d'alimentation et d'amplification soit enfermé dans un coffret antigrisouteux ou placé dans un endroit où aucun afflux de grisou n'est à craindre.

#### 2) Central automatique Siemens « Kleinautomat 28/4 - 24 V ».

La Société Siemens a soumis à l'I.N.M. son commutateur automatique à 28 numéros, ainsi que deux postes « d'abonné ».

Cette installation est déjà utilisée au fond. Les postes sont enfermés dans des coffrets antigrisouteux agréés et le commutateur est placé en général dans un endroit où aucun afflux de grisou n'est à craindre ; il peut même être installé à la surface.

Il s'agissait de vérifier le caractère de sécurité intrinsèque des lignes reliant le commutateur aux postes et des postes eux-mêmes.

La décision d'agrément belge impose, en effet, quelques modifications aux coffrets fabriqués pour l'Allemagne. Ces changements ne seraient pas nécessaires si les circuits étaient reconnus de sécurité intrinsèque.

De plus, il n'y aurait pas lieu de mettre toute l'installation téléphonique hors tension en cas d'apparition de grisou.

Les essais ont porté sur le courant de sonnerie et sur les impulsions du disque d'appel.

Le courant de sonnerie est émis par le commutateur. Il est alternatif et actionne la sonnerie avec des périodes de silence. Pendant ces dernières, le circuit est parcouru par un courant continu de charge du condensateur en série avec l'enroulement de sonnerie.

Lorsqu'on actionne le disque d'appel, la ligne est parcourue par un courant continu haché par les interruptions du disque. Le circuit sonnerie était déjà de sécurité intrinsèque.

Le circuit d'appel a été rendu de sécurité intrinsèque en intercalant dans la ligne un réseau à selfs-condensateurs : une bobine de self sans fer est intercalée dans chacun des deux fils de ligne et deux condensateurs de 50.000 pF disposés en série réunissent les bornes de sorties des bobines.

Si un réseau semblable est placé à chaque poste, les étincelles au rupteur n'allument plus les mélanges inflammables de gaz d'éclairage et d'air, que le circuit soit parcouru par le courant de sonnerie ou par les impulsions d'appel et que le rupteur soit pla-

cé en série dans la ligne ou en parallèle sur le poste. Rien n'est changé si l'on court-circuite l'un des condensateurs, ce qui pourrait toujours se présenter en pratique par claquage de l'un d'entre eux.

**Conclusion.**

Il s'agit donc ici d'une installation à circuits de sécurité intrinsèque. Elle fera comme telle l'objet d'une proposition d'agrément.

**IX. — PREVENTION DES INCENDIES**

**1. — COURROIES TRANSPORTEUSES**

L'Arrêté Royal du 2 décembre 1957 paru au moniteur du 7 décembre en son article 12 dit :

« Le Ministre ayant les mines dans ses attributions fixe une date à partir de laquelle les bandes de convoyeur satisfont à des normes qu'il détermine. »

Dès 1957, l'I.N.M. s'est attaché à la question des courroies ininflammables.

Comme suite à l'étude faite, des normes ont été établies et l'arrêté ministériel du 8 juillet 1958 qui les a prescrites a été publié dans le moniteur du 14 septembre 1958.

En 1959, nous avons essayé :

1) 46 courroies neuves dont 18 ont été agréées. Ces dernières sont reprises dans l'annexe au présent rapport qui donne la liste des appareils électriques et divers agréés.

2) 2 courroies ayant respectivement 6 et 12 mois de service dans un charbonnage de Campine. Elles satisfaisaient aux normes précitées.

Nous proposons de continuer, en 1960, l'étude de ces courroies ininflammables en vue de revoir les normes actuelles à la lumière de l'expérience acquise tant en Belgique qu'à l'étranger.

**2. IGNIFUGES**

Le moniteur du 7 décembre 1957 publie l'Arrêté Royal du 2 décembre 1957 sur la prévention des incendies dans les mines de houille. Plusieurs articles de cet Arrêté mentionnent les termes « matériaux incombustibles ou ignifugés ».

Il nous a donc paru utile d'étudier les ignifuges présentés sur le marché au point de vue de leur utilisation dans les travaux souterrains.

Ces produits n'empêchent pas la carbonisation du bois si celui-ci est soumis, pendant longtemps, à des températures élevées, mais ils ont la propriété de retarder et de rendre difficile l'inflammation, ainsi que la combustion des bois qu'ils protègent.

Il existe deux façons d'ignifuger les bois. La première par imprégnation en autoclave d'un sel dissous dans l'eau, la seconde par badigeonnage au pinceau ou au pistolet, du produit ignifuge.

Nous avons mis au point une méthode d'essai qui permet de se rendre compte de l'efficacité d'un ignifuge. Elle consiste à établir un soutènement en bois dans une galerie en maçonnerie, de 24 m de longueur et de 1,80 m × 1,80 m de section com-

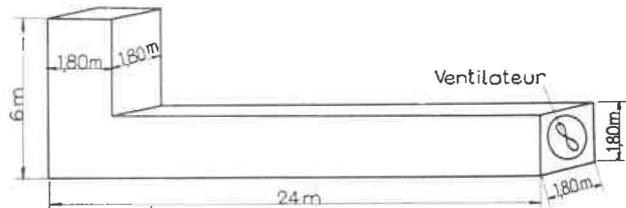


Fig. 49. — Perspective de la galerie.

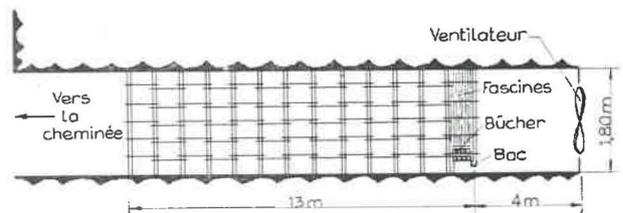


Fig. 50. — Coupe longitudinale.

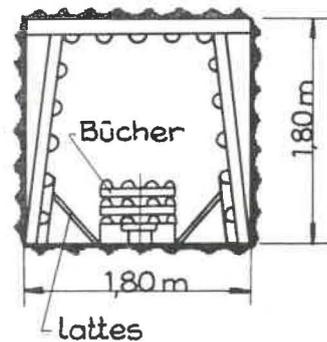


Fig. 51. — Coupe transversale.



Fig. 52.

portant, à l'une de ses extrémités, une cheminée de 6 m de hauteur (fig. 49, 50, 51 et 52) et, à l'autre

extrémité, un ventilateur hélicoïde soufflant qui permet d'obtenir un courant d'air de 1 à 6 m/s.

Le soutènement est constitué de 14 cadres trapézoïdaux en rondins de 15 cm de diamètre.

Le premier cadre est placé à 4 m du ventilateur et l'intervalle entre deux cadres est de 1 m.

Chacune des parois et la couronne de chaque havée sont garnies de 5 demi-lambourdes de 7 cm de diamètre, clouées sur les cadres, comme l'indique la figure 50.

La première havée est, en outre, garnie de fascines, à raison de 5 fagots contre chaque paroi et de 2 fagots à couronne.

Le tout est retenu par les demi-lambourdes. Sur le garnissage de la première havée et à partir du sol jusqu'à 1,10 m de hauteur, on cloue des lattes de 40 mm de largeur et de 5 mm d'épaisseur. La distance entre ces lattes est de 10 mm environ. De cette façon, il y a 20 lattes sur chaque paroi.

Dans cette première havée, au milieu de la galerie, on dispose une grille à 17 cm de l'aire et, sur cette grille, on élève un bûcher de 80 kg environ, constitué de demi-rondins de 10 cm de diamètre et de 90 cm de longueur, mis en pile, par lit de quatre.

Partant du bûcher, on place des lattes de 55 cm de longueur environ qui reposent sur les lattes clouées au soutènement et qui sont donc inclinées pour communiquer plus aisément le feu aux parois.

Devant le bûcher, contre la grille et sur le même plan que celle-ci, on dépose un bac qui contient 500 cm<sup>3</sup> de gasoil auxquels on ajoute 200 cm<sup>3</sup> d'essence d'auto (fig. 50 et 51).

On enflamme ce mélange combustible. On laisse brûler le tout pendant 3 min 30 s sans ventilation, puis on chasse de l'air à une vitesse de 3 m/s.

Au bout de 30 minutes, le bûcher et les fascines sont complètement brûlés et, à ce moment, on arrête le ventilateur.

#### A. Essai test sur bois non traités par ignifuge.

##### Constatation.

Trente secondes après la mise en marche du ventilateur, la flamme atteint 21 m (soit l'extrémité de la galerie). Après 6 min 10 s, la flamme s'étend sur 16 m.

Après l'arrêt du ventilateur, on remarque que toutes les demi-lambourdes sont complètement brûlées.

Tous les cadres de soutènement sont presque complètement calcinés et tombés en morceaux.

Il n'a pas été possible de relever les températures obtenues pendant l'essai parce que nous n'avions pas encore l'enregistreur de températures.

#### B. Essai de bois ignifuges au Basilit I. F. B. (Bayer) par imprégnation en autoclave.

##### 1) Disposition du soutènement.

Pour les essais de bois ignifugés, nous utilisons la méthode décrite ci-dessus ; toutefois, les quatre premiers cadres (côté ventilateur) ne sont pas ignifugés, tandis que les 10 suivants le sont. Les trois premières havées sont garnies de demi-lambourdes non ignifugées. La quatrième havée et les suivantes sont garnies de demi-lambourdes ignifugées de sorte que les premières demi-lambourdes ignifugées sont clouées au 4<sup>me</sup> cadre non ignifugé et au 5<sup>me</sup> cadre ignifugé.

A 8, 10, 12, 14 et 20 m, nous introduisons dans la galerie des couples pour relever la température.

##### 2) Traitement des bois.

Ces bois ont été imprégnés en autoclave à l'aide d'une solution aqueuse de 10 % de sel I.F.

a) Les bois des cadres ont été traités de la façon suivante :

*Pin sylvestre du Nord*

Vide : 420 mm pendant 10 min

Pression : 8 kg/cm<sup>2</sup> pendant 30 min

Absorption moyenne : 26,400 kg de sel par m<sup>3</sup>.

b) Les demi-lambourdes ont été traitées de la façon suivante :

*Epicéa du pays (refendu et non écorcé)*

Vide : 420 mm pendant 10 min

Pression : 8 kg/cm<sup>2</sup> pendant 60 min

Absorption moyenne : 22,700 kg de sel par m<sup>3</sup>.

##### 3) Constatations.

Neuf secondes après la mise en marche du ventilateur, la flamme est à 21 m, soit à l'extrémité de la galerie.

Après 5 min 50 s, la flamme ne s'étend plus que sur 13 m.

Après 7 min, la flamme est revenue à 7 m.

Après 11 min, le feu reste confiné aux cadres non ignifugés.

Après l'essai, lorsque le ventilateur est arrêté, on remarque :

1°) que les demi-lambourdes ignifugées ont brûlé sur 1,50 m ; le reste du soutènement est simplement calciné superficiellement sur une épaisseur ne dépassant pas 5 mm, mais est resté intact et n'a pratiquement pas brûlé avec flamme.

Les températures maxima enregistrées immédiatement après la mise en marche du ventilateur sont :

à 8 m	à 10 m	à 12 m	à 14 m	à 16 m	à 20 m
1210°	880°	815°	795°	750°	665°

Les températures minima enregistrées environ 30 min après le début de l'essai sont :

à 8 m	à 10 m	à 12 m	à 14 m	à 16 m	à 20 m
100°	100°	110°	110°	110°	110°

17 minutes après l'arrêt du ventilateur, nous prélevons les gaz au point 21 m. On obtient :

H <sub>2</sub>	néant
O <sub>2</sub>	20,79 %
N <sub>2</sub>	78,67 %
CH <sub>4</sub>	0,41 %
CO	0,05 %
CO <sub>2</sub>	0,08 %

**C. Essai des bois ignifugés au minolith  
Dr. W. (Wolmann)  
par imprégnation en autoclave.**

1) *Disposition du soutènement.*

Identique à l'essai B.

2) *Imprégnation des bois.*

Ces bois ont été imprégnés en autoclave à l'aide d'une solution aqueuse à 4 % de sel Minolith.

a) Les bois des cadres ont été traités de la façon suivante :

*Pin sylvestre du Nord*

Vide : 600 mm pendant 60 min

Pression : 8 kg/cm<sup>2</sup> pendant 15 min

Absorption moyenne : 16,120 kg de sel par m<sup>3</sup>.

b) Les demi-lambourdes ont été traitées de la façon suivante :

*Epicéa du pays* (lambourdes refendues, non écorcées)

Vide : 700 mm pendant 180 min

Pression 8 kg/cm<sup>2</sup> pendant 240 min

Absorption moyenne : 14,320 kg de sel par m<sup>3</sup>.

3) *Constatations.*

On constate que, 130 secondes après la mise en marche du ventilateur, la flamme va jusque 21 m, c'est-à-dire à l'extrémité de la galerie.

Après 6 min 30 s, la flamme ne s'étend plus que sur 9 m.

Après 7 min 45 s, la flamme est revenue à 7 m.

Après 8 min 45 s, le feu se confine aux quatre premiers cadres jusqu'à la fin de l'essai.

Après l'essai, lorsque le ventilateur est arrêté, on remarque :

1°) que le soutènement ignifugé est brûlé sur 1,50 m de longueur ;

2°) qu'à partir de là, le soutènement ignifugé est resté bien en place, n'a pas donné naissance à une combustion avec flammes et est simplement calciné superficiellement sur une épaisseur qui va en diminuant au fur et à mesure qu'on s'éloigne du foyer et dont le maximum est inférieur à 5 mm.

Les températures maxima enregistrées sont les suivantes, entre 4 et 5 min 40 s après le début de l'essai :

à 8 m à 10 m à 12 m à 14 m à 16 m à 20 m  
940° 740° 680° 560° 490° 400°

15 min après le commencement de l'essai :

210° 230° 230° 220° 220° 205°

33 min 30 s après le commencement de l'essai :

60° 75° 75° 75° 70° 68°

40 s après l'arrêt du ventilateur, nous prélevons les gaz au point 21 m. On obtient :

H <sub>2</sub>	0,06 %
O <sub>2</sub>	20,34 %
N <sub>2</sub>	79,05 %
CH <sub>4</sub>	0,13 %
CO	0,09 %
CO <sub>2</sub>	0,34 %

**D. Essais des bois ignifugés  
par badigeonnage au basilitol.**

1) *Disposition du soutènement.*

Identique à l'essai B.

2) *Traitement des bois.*

Les bois des cadres et les demi-lambourdes sont badigeonnés au pinceau à raison de 350 à 400 g de produit par m<sup>2</sup>.

3) *Constatations.*

120 s après la mise en marche du ventilateur, la flamme est à 21 m (soit à l'extrémité de la galerie).

Après 7 min, le feu se confine aux quatre premiers cadres non ignifugés.

Après l'essai, lorsque le ventilateur est arrêté, on remarque :

1°) que les demi-lambourdes ignifugées ont brûlé avec flammes sur 1 m. Les demi-lambourdes des havées 5 et 6 sont calcinées sur épaisseur de 1 mm, tandis que les demi-lambourdes des havées 7 à 13 sont pratiquement intactes ;

2°) seul des cadres ignifugés, le cadre 5 est légèrement calciné ; les autres sont intacts ;

3°) il est apparu, sur tous les bois badigeonnés, une abondante mousse qui protège le bois des flammes et empêche sa distillation.

Les températures maxima relevées sont les suivantes :

6 min après le début de l'essai :

à 8 m à 10 m à 12 m à 14 m à 16 m à 20 m  
985° 810° 720° 665° 600° 520°

15 min après le commencement de l'essai :

210° 255° 255° 245° 240° 230°

33 min 30 s après le commencement de l'essai :

110° 85° 90° 85° 85° 80°

15 min après l'arrêt du ventilateur, nous prélevons les gaz au point 21 m. On obtient :

H <sub>2</sub>	0,019 %
O <sub>2</sub>	20,43 %
N <sub>2</sub>	78,79 %
CH <sub>4</sub>	0,09 %
CO	0,18 %
CO <sub>2</sub>	0,49 %

### Conclusion.

Les deux ignifuges sur bois imprégnés, ainsi que l'ignifuge appliqué par badigeonnage, sont capables d'empêcher, dans une large mesure, la propagation d'un incendie. Cependant, il convient de noter que nous n'avons pas encore fait d'essai au sujet de la durée de cette efficacité.

D'autre part, tous les fabricants d'ignifuges reconnaissent que ceux-ci ne résistent pas à la pluie et que, par conséquent, les bois traités doivent être mis sous abri en attendant l'emploi.

### 3. — HUILES ININFLAMMABLES

En 1959, nous avons acquis une pompe Roper à engrenages actionnée par un moteur électrique (5 ch - 950 tr/min) qui nous permet d'obtenir une pression de 70 kg/cm<sup>2</sup> et ainsi de pulvériser l'huile sous cette pression. Cette pompe se termine par un ajutage dont l'orifice est de 0,4 mm de diamètre.

A partir de ce moment, les huiles dites ininflammables ont été soumises au test suivant.

La flamme du chalumeau oxyacétylénique est introduite dans un jet d'huile finement pulvérisée sous pression de 70 kg/cm<sup>2</sup>. La flamme est déplacée lentement dans le nuage à partir de l'origine du jet jusqu'à 45-50 cm de ce point. A 1 m de l'ajutage, on place une tôle sur laquelle vient se briser l'huile pulvérisée.

Nous donnons ci-après les résultats des essais effectués sur les huiles qui nous ont été soumises.

#### Shell S. 4950.

Lorsqu'on introduit le dard du chalumeau dans le jet à 15 cm de l'orifice de pulvérisation, l'huile pulvérisée donne une flamme de 85 cm de longueur qui se maintient contre la tôle verticale disposée à 1 m dudit orifice de pulvérisation. Cette flamme cesse dès qu'on retire le chalumeau du jet.

#### Skydrol.

Au contact de la flamme du chalumeau, introduite dans le jet près de l'organe de pulvérisation, l'huile pulvérisée s'enflamme et sa combustion persiste contre la tôle verticale, même après le retrait du chalumeau.

#### Huile Houghton 620.

L'huile pulvérisée ne s'enflamme pas et la flamme du chalumeau n'est pas allongée lorsque celle-ci est introduite dans le jet.

#### Huile Pydraul F. 9.

L'huile pulvérisée s'enflamme au contact du chalumeau et brûle sur une distance de 70 cm.

Si on maintient la flamme du chalumeau dans le jet d'huile, la combustion persiste sur la tôle verticale disposée à 1 m de l'origine du jet.

#### Huile Mobil Oil Nyvac n° 20.

On promène la flamme bleue du chalumeau dans le jet d'huile pulvérisée :

- 1) en la dirigeant perpendiculairement au jet ;
- 2) en la dirigeant parallèlement au jet.

Dans les deux cas, l'huile ne s'enflamme pas et il n'y a pas allongement de la flamme du chalumeau.

#### Shell F.R. Hydraulic-Fluid.

On promène la flamme bleue du chalumeau dans le jet d'huile pulvérisée.

- 1) en la dirigeant perpendiculairement au jet :
  - a) à 20 cm de l'orifice de l'ajutage ;
  - b) à 45 cm de l'orifice de l'ajutage.

Dans le premier cas, il n'y a pas allongement de la flamme du chalumeau.

Dans le deuxième cas, il y a un allongement de la flamme du chalumeau de 4 cm.

Dans aucun cas, il n'y a eu inflammation de l'huile.

- 2) en la dirigeant parallèlement au jet :
  - a) à 20 cm de l'orifice de l'ajutage ;
  - b) à 45 cm de l'orifice de l'ajutage.

Dans le premier cas, il y a un allongement de la flamme du chalumeau de 4 cm.

Dans le second cas, on constate un allongement de la flamme du chalumeau de 10 cm, mais en aucun cas l'huile ne s'enflamme.

#### Huile incombustible Engeoil A.S. 2.

Elle s'enflamme dès qu'on promène la flamme du chalumeau dans le jet. La flamme se maintient sur la tôle placée à 1 m de l'ajutage de pulvérisation.

#### Huile de la Sté Evence-Coppée.

Elle ne s'enflamme pas et ne produit pas un allongement de la flamme du chalumeau lorsque celle-ci est introduite dans le jet.

### Conclusion.

L'essai du jet pulvérisé dont il vient d'être question est considéré actuellement, dans tous les pays, comme le test le plus important pour les liquides et huiles ininflammables.

Il correspond à la rupture d'une tuyauterie ou d'un récipient sous pression, en présence d'une flamme ou d'un arc électrique.

Quant aux autres tests auxquels ces liquides et huiles pourraient, en outre, devoir satisfaire, une sous-commission, dont nous faisons partie, a été chargée par la C.E.C.A. d'en faire l'étude.

#### 4. — CANARS ININFLAMMABLES

##### A. Canar en bois bakérisé.

En 1959, un Charbonnage du Centre nous a demandé d'examiner un canar en bois contre-plaqué bakérisé, au point de vue de son incombustibilité.

##### Description de l'essai.

L'essai a été fait dans la galerie en maçonnerie de 24 m de longueur et de 1,8 × 1,8 m de section (fig. 53).

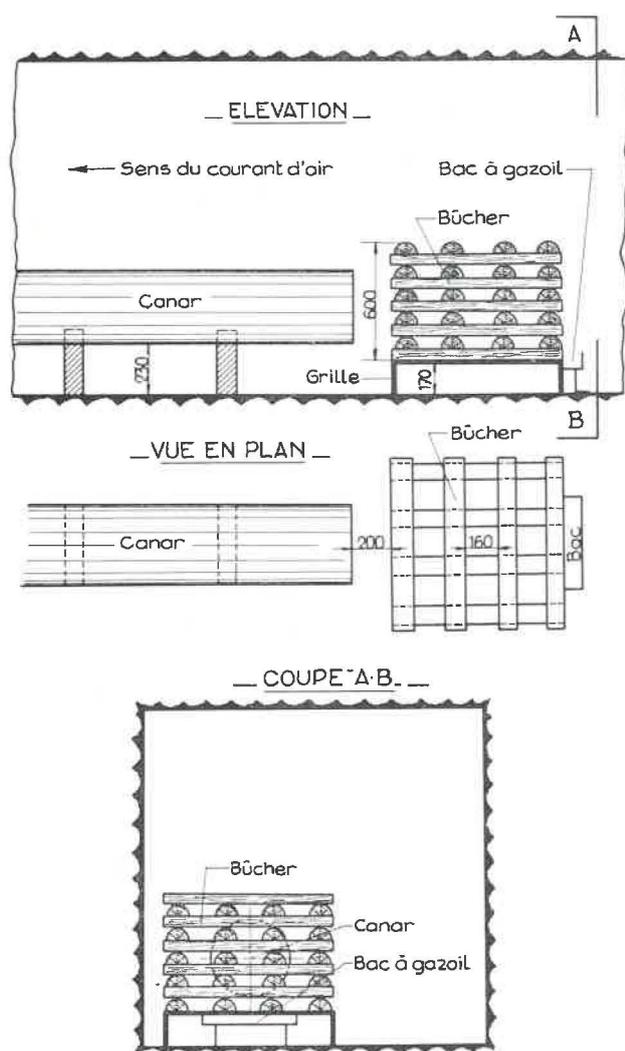


Fig. 53.

A 15 m de l'entrée de la galerie et contre la paroi gauche, nous plaçons une grille qui se trouve à 170 mm de l'aire de voie. Sur celle-ci, nous élevons un bûcher constitué de 10 rangées de 4 demi-rondins de 100 mm de diamètre et de 900 mm de longueur.

L'intervalle entre les demi-rondins est de 160 mm environ. Le bûcher a une hauteur de 600 mm. Devant le bûcher, contre la grille et sur le même plan que celle-ci, on dépose un bac qui contient 500 cm<sup>3</sup> de gasoil auxquels on ajoute 200 cm<sup>3</sup> d'essence d'auto.

Le canar est posé à 250 mm au-dessus de l'aire de voie, dans l'axe du bûcher et à 200 mm derrière celui-ci.

Nous enflamons le mélange combustible. On laisse brûler le tout pendant 4 minutes sans ventilation, puis on envoie un courant d'air de 1,50 m/s donné par un ventilateur soufflant.

##### Constatation.

Dès la mise en marche du ventilateur, des flammes traversent le canar. Après trois minutes, on arrête le ventilateur. On constate que le canar est complètement brûlé.

##### Conclusion.

Dans nos conditions d'essai, ce canar n'est pas inflammable.

##### B. Canar en tissu plastifié.

Nous avons également examiné un canar en tissu plastifié, appelé Mécotube « Blue », fabriqué par la firme « The Mining Engineering Co Ltd Meco Works ».

Les tissus plastifiés utilisés dans les travaux souterrains sont essayés au contact d'une flamme comme dit ci-après.

##### Description de l'essai.

Ces épreuves se font dans une chambre cubique de 120 litres environ, avec glaces d'observation et prolongée par 2 tubulures de 44 cm de diamètre dont l'une renferme un ventilateur hélicoïde.

L'éprouvette de 150 × 15 mm, dirigée horizontalement suivant sa longueur et inclinée à 45° suivant sa largeur, est placée à 70 mm au-dessus d'un bec Bunsen de 11 mm de diamètre intérieur.

La température de la flamme à l'endroit de l'éprouvette est de 850° ± 25° C.

On utilise 32 éprouvettes dont :

- 16 ne subissent aucune préparation ;
- 8 sont recouvertes de poussières de charbon ;
- 8 sont préalablement chauffées à 200° pendant 15 minutes.

De toutes ces éprouvettes, 16 sont prélevées dans le sens de la trame, 16 dans le sens de la chaîne.

—Des 16 éprouvettes, 8 sont essayées en atmosphère calme, et les 8 autres en atmosphère animée d'un courant d'air de 1,50 m/s.

Après deux minutes de contact, on éteint le bec Bunsen. On constate que l'éprouvette continue à

brûler avec flamme ou sans flamme, mais en restant incandescente.

Les 8 éprouvettes recouvertes de poussières de charbon et les 8 éprouvettes préalablement chauffées sont testées en atmosphère calme jusqu'à extinction de la flamme de l'éprouvette, puis on fait agir immédiatement un courant d'air animé d'une vitesse de 1,5 m/s.

D'après notre expérience, la moyenne des temps

d'extinction de la flamme ou des points incandescents ne devrait pas dépasser 3 s.

#### Constatation.

La moyenne des temps d'extinction des points incandescents est donnée au tableau 23.

#### Conclusion.

Dans les conditions de nos essais, ce tissu n'est pas ininflammable.

TABLEAU 23

En atmosphère calme		En atmosphère animée		Epreuves recouvertes de charbon		Epreuves préalablement chauffées à 220°	
Epreuves		Epreuves		Epreuves		Epreuves	
en trame	en chaîne	en trame	en chaîne	en trame	en chaîne	en trame	en chaîne
18 s	29,5 s	20 s	24,5 s	23,5 s	33,5 s	17 s	15 3/4 s

## X. — LUTTE CONTRE LES INCENDIES

### 1. — EXTINCTEURS

Le Moniteur des 16, 17 et 18 novembre 1958 publie l'arrêté royal du 3 novembre 1958 sur la prévention des feux de mine et sur la lutte contre les feux et incendies de mines.

L'article 11 stipule :

Les extincteurs sont d'un type agréé par le Directeur Général des Mines. Ils sont entretenus régulièrement afin d'être maintenus constamment en état de servir.

L'Institut National des Mines fut chargé d'étudier les conditions d'agrément des extincteurs portatifs destinés aux travaux souterrains des mines de houille.

Les tests ainsi mis au point font l'objet de la circulaire n° 116 du 24 août 1959 de la Direction Générale des Mines reproduite ci-dessous.

#### 1. Conditions générales.

##### 1°) Produit extincteur.

Le produit extincteur est non toxique. Il ne peut subir aucune modification chimique ou physique qui puisse entraîner un raté de l'extincteur ou une diminution du rendement d'extinction dans le délai prévu par le constructeur.

##### 2°) Propriété diélectrique.

La projection du produit extincteur sur un objet sous tension de 6.000 V, situé à 1,50 m de distance, ne peut donner naissance à un courant supérieur à 2 mA dans l'extincteur mis à la terre.

##### 3°) Mesures de sécurité.

Le réservoir, la bouteille pour le produit propulseur et le dispositif de limitation de pression répondent aux prescriptions réglementaires en la matière.

##### 4°) Prescription pour la construction.

L'extincteur est pourvu d'un dispositif qui empêche l'écoulement du produit extincteur dans toutes les positions.

Les appareils fonctionnant automatiquement par renversement sont exclus.

L'extincteur doit pouvoir fonctionner même en position horizontale.

##### 5°) Manipulation et distance du jet.

L'appareil doit pouvoir être mis en marche normale en quelques secondes.

Le jet a une portée efficace d'au moins 4 m.

##### 6°) Identification et coloration de l'extincteur.

L'appareil est muni d'une plaque portant les indications suivantes :

Marque — type

n° de fabrication et année de construction

n° d'agrément

L'extincteur porte les inscriptions suivantes (à titre d'exemple) :

10 litres — Extincteur à mousse d'air

Mode d'emploi (succinct et aisément compréhensible).

L'extincteur est peint en couleur très apparente ; il est à conseiller qu'une bande de cette couleur soit réfléchissante.

Tous les extincteurs utilisés dans les travaux souterrains doivent répondre aux conditions générales ci-dessus.

Les extincteurs de 10 litres et 15 litres de capacité doivent, en outre, satisfaire aux conditions particulières suivantes.

## 2. Conditions particulières.

### A. Extincteurs type I (environ 10 litres de capacité).

#### 1°) Prescriptions pour la construction.

Le fond de l'extincteur est bombé et protégé par un anneau de base assurant une garde au sol d'au moins 8 mm. L'appareil est muni, autant que possible, d'un dispositif permettant d'interrompre son fonctionnement.

#### 2°) Epreuve d'efficacité de l'extincteur.

##### a) Feu de bois.

L'appareil est mis à l'épreuve dans une galerie d'incendie de 24 m de longueur et d'une section de  $1,8 \times 1,8$  m. La vitesse de l'air y est d'environ 1,10 m/s avant la mise à feu de l'incendie expérimental.

A une distance de 19,5 m de l'entrée de la galerie, on érige près de la paroi gauche une pile de bois constituée par des bûches de bois résineux de  $4 \times 4$  cm de section et de 30 ou 60 cm de longueur.

Les bûches sont placées sur une grille qui est à 17 cm de l'aire de voie. Elles sont étagées en croix sur une surface de base de  $30 \times 60$  cm de manière qu'il y ait des vides de 4 à 5 cm entre chacune des bûches (soit 28 bûches de 60 cm et 48 bûches de 30 cm).

Le côté large de cette pile est orienté face au courant d'air et est, à 10 cm en arrière du bord de la grille.

Devant et contre la grille, on allume  $500 \text{ cm}^3$  de gasoil pour moteur Diesel, additionnés de  $250 \text{ cm}^3$  d'essence d'auto et placés dans un récipient parallélépipédique en fer de  $35 \times 25$  cm de surface, le long côté étant parallèle au bord de la grille.

Le bord supérieur du bac se trouve dans le plan de la grille. On laisse agir ce foyer initial pendant 4 minutes sur la pile de bois, puis on enlève le récipient.

L'extincteur est ensuite mis en action après un délai supplémentaire de 3 min.

L'incendie est attaqué à une distance de 2 m ; on peut s'en approcher davantage si c'est possible, mais sans le contourner.

L'extincteur est considéré comme satisfaisant si l'incendie ne se rallume pas endéans les 3 min qui suivent l'extinction.

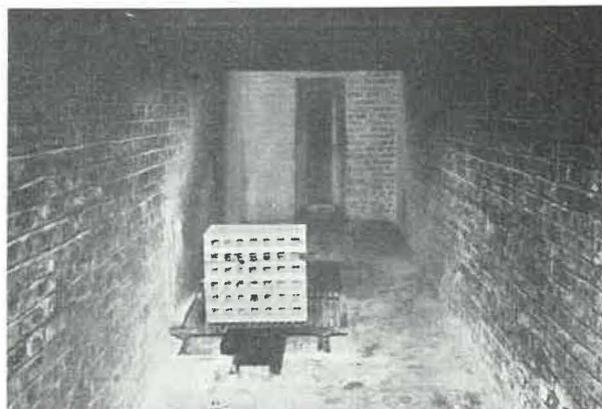


Fig. 54. — Bûcher avant inflammation.

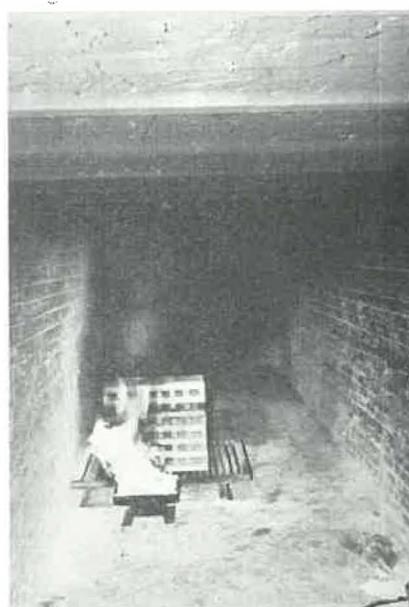


Fig. 55. — Mise à feu.

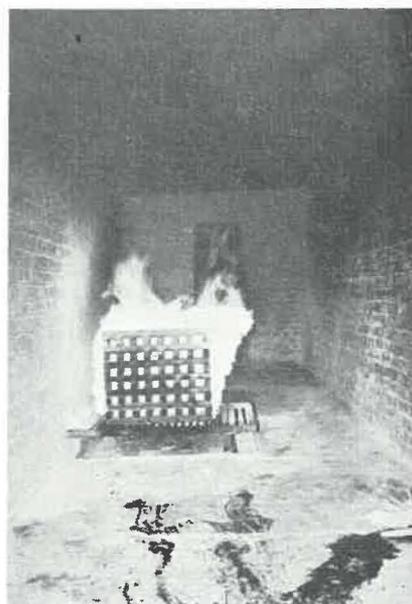


Fig. 56. — Bûcher en combustion.

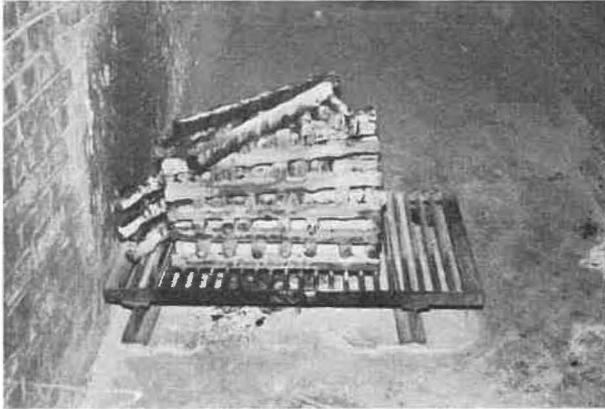


Fig. 57. — Bûcher après extinction.

L'épreuve d'agrément de l'extincteur comporte au moins 3 essais d'extinction avec, chaque fois, une charge de l'appareil : en aucun cas l'incendie ne peut se rallumer endéans les 3 minutes (fig. 54, 55, 56 et 57).

#### b) Feu d'huile.

Dans la galerie d'incendie, à une distance de 19,50 m près de la paroi gauche, on dépose une cuve de 110 × 90 × 10 cm contenant 10 litres de gasoil pour moteur Diesel.

La cuve présente son côté étroit au courant d'air.

Parallèlement aux parois les plus courtes, on place dans la cuve deux traverses de bois sec, de 90 cm de longueur, portant des rails fixés par des clous. Les arêtes extérieures des traverses sont à une distance de 5 cm des parois les plus courtes.

Le gasoil est mis à feu à l'aide de 5 pelotes de déchets de coton imbibées d'essence d'auto et enflammées ; ces pelotes ont la grosseur du poing et sont réparties également sur toute la surface.

L'extincteur est mis en action lorsque toute la surface du gasoil, ainsi que les traverses imbibées de gasoil, sont en flamme et au plus tôt après 3 min.

L'incendie est attaqué à une distance de 3 m.

L'épreuve d'agrément de l'extincteur comporte au moins 3 essais avec, chaque fois, une charge de

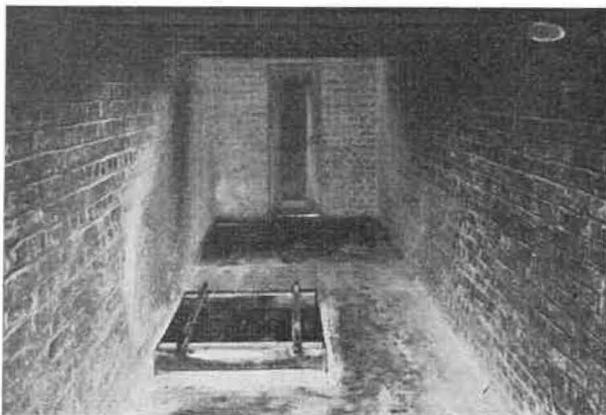


Fig. 58. — Avant allumage.

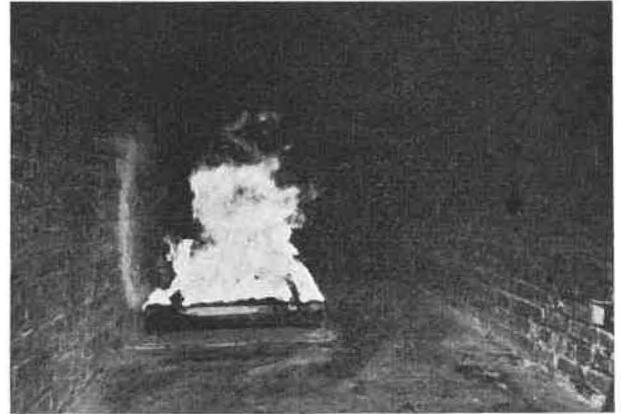


Fig. 59. — En feu.

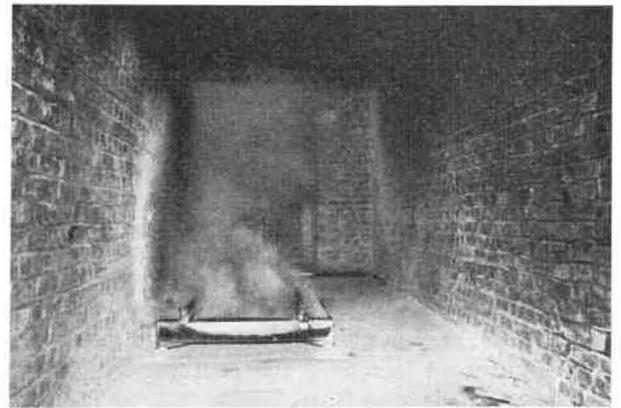


Fig. 60. — Après extinction.

l'appareil ; en aucun cas l'incendie ne peut se rallumer (fig. 58, 59 et 60).

Un extincteur agréé et sa charge restent en observation à l'Institut National des Mines.

#### c) Feux d'origine électrique.

*Principe :* Il est évidemment nécessaire qu'on puisse diriger le jet d'un extincteur sur un conducteur électrique sous tension sans risquer l'électrocution.

Condition d'agrément qui en résulte.

#### Dispositif d'essai.

Le dispositif d'essai répond au schéma de la figure 61. On y reconnaît le transformateur T 220 V/

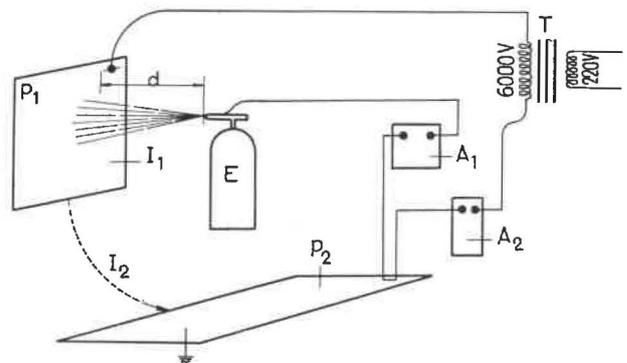


Fig. 61.

6.000 V de 3 kW, les deux milliampèremètres A<sup>1</sup> et A<sup>2</sup>, l'extincteur à l'essai E et les deux plaques métalliques P<sup>1</sup> et P<sup>2</sup>.

Toutes les parties du circuit haute tension sont convenablement isolées du sol, sauf la plaque P<sup>2</sup> qui est posée par terre. La plaque P<sup>1</sup> a une surface de 1 m<sup>2</sup> et son bord inférieur est à 1 m du sol.

On voit immédiatement que le milliampèremètre A<sup>1</sup> mesure l'intensité  $i^1$  du courant conduit par le jet de l'extincteur et le milliampèremètre A<sup>2</sup> la somme des intensités ( $i^1 + i^2$ ),  $i^2$  étant l'intensité du courant conduit par la matière extinctrice tombant de la plaque P<sup>1</sup> sur le sol. Le milliampèremètre A<sup>2</sup> marque également, même en l'absence d'extincteur, l'intensité du courant capacitif entre P<sup>1</sup> et P<sup>2</sup>. Ce courant est très faible. Il est de 0,85 mA.

La distance « d » entre la plaque P<sup>1</sup> et la tuyère de l'extincteur est de 1,50 m.

En décembre 1959, nous avons essayé les extincteurs de la firme « Protection Générale Incendie ». Celle-ci a présenté à l'agrément les appareils suivants :

A) Les appareils L.10 But et L.15 But à mousse physique ;

B) Les appareils P.K.10.U - P.H.7 - P.9 - P.H.12 à poudre universelle.

Il nous paraît nécessaire de définir ces termes « poudre universelle » et « mousse physique ». La « poudre universelle » est une poudre sèche susceptible d'éteindre à la fois les feux secs (feux de bois), les feux gras (feux d'huile ou de gasoil) et les feux d'origine électrique.

Elle agit par son pouvoir couvrant qui étouffe les flammes. D'autre part, elle dégage, sous l'action du feu, de l'eau et du gaz carbonique.

L'eau absorbe les calories et refroidit le foyer ; les gaz dégagés empêchent l'arrivée de l'oxygène.

Etant donné que, dans les travaux souterrains, on peut rencontrer à la fois un feu sec, un feu gras et même un feu d'origine électrique, il est indiqué que les extincteurs à poudre soient des extincteurs à *poudre universelle*.

Quant à la « mousse physique » ou mécanique ou à mousse d'air (les trois noms désignent généralement la même mousse), elle est formée d'un mélange d'eau, d'un produit émulsifiant et d'air.

A sa sortie de l'ajutage, elle apparaît sous forme de mousse qui a l'apparence de la crème fouettée.

Sous cette forme, elle enrobe mieux les matériaux sur lesquels elle est projetée ; elle y adhère et partant la isole davantage du contact avec l'oxygène de l'air.

Du fait qu'elle reste plus longtemps en contact avec les objets sur lesquels elle est déposée, elle empêche le réallumage et pénètre mieux dans la masse. L'eau qu'elle contient absorbe également les calories dégagées pour se transformer en vapeur, ce qui abaisse la température d'inflammation du matériau qu'elle recouvre. D'où son utilisation comme agent extincteur.

**Résultats des essais de l'extincteur Type I (10 litres de capacité).**

Ces résultats sont mentionnés dans les tableaux 24 et 25.

TABLEAU 24

Désignation de l'appareil	Poids de l'appareil rempli en kg	Poids de matière utilisée pour l'extinction en kg	Essai diélectrique en mA	Temps de vidange en secondes	Résultats obtenus
<i>A. - Mousse physique</i>					
<i>a) Feu de bois</i>					
L.10 But	21,3	9,6	nous avons constaté des anomalies et poursuivons nos essais	95	O
	21,2	9,5			+
	20,8	9,1			O
	22,2	10,5			O
<i>b) Feu de gasoil</i>					
L.10 But	21,5	9,8			O
	21,2	9,5			O
	21,5	9,9			O

+ indique la réinflammation  
 O indique l'extinction

TABLEAU 25

Désignation de l'appareil	Poids de l'appareil rempli en kg	Poids de matière utilisée pour l'extinction en kg	Essai diélectrique en mA	Temps de vidange en secondes	Résultats obtenus
<i>B. - Poudre universelle</i>					
<i>a) Feu de bois</i>					
P.K.10 U	19,3	5,9	< 0,3 satisfaisant	34	○
	19,0	3,8			○
	19,3	4,0			○
P.9	16,9	9,6	< 0,3 satisfaisant	20	○
	16,9	8,2			○
	16,8	10,0			○
P.H.12	18,5	5,7	< 0,3 satisfaisant	25	○
	18,3	5,2			○
	18,7	7,5			○
P.H.7	12,9	6,4	< 0,3 satisfaisant	10	○
	12,9	5,1			○
	12,6	5,0			○
<i>b) Feu de gasoil</i>					
P.K.10 U	19,0	9,2			+
	18,2	8,7			○
	18,6	8,6			○
	19,7	9,950			○
P.9	17,0	6,7			○
	17,0	9,5			○
	17,2	9,7			○
	17,8	10,3			○
P.H.12	19,7	10,5			○
	19,8	10,3			○
	19,7	11,7			○
P.H.7	13,1	6,3			+
	13,1	6,8			○
	12,7	5,6			+
	13,6	7,1			○
	13,6	7,0			○
	13,6	7,1			○

+ indique la réinflammation

○ indique l'extinction

### B) Extincteurs type II (environ 15 litres de capacité).

Les extincteurs de 15 litres environ de capacité doivent répondre aux conditions générales ci-dessus et aux conditions particulières ci-dessous.

#### Généralités.

Ces extincteurs doivent pouvoir être déplacés rapidement parfois sur de grandes distances, transpor-

tés, trainés ou roulés entre le dépôt et le point d'utilisation. Il convient donc qu'ils soient particulièrement robustes pour subir, sans dommage, ces déplacements souterrains.

#### 1<sup>o</sup>) Prescriptions pour la construction.

L'extincteur présente une surface extérieure lisse. La protection des organes de fonctionnement est assurée par une coiffe qui reste attachée au réservoir.

Le fond de l'extincteur est bombé et protégé par un anneau de base assurant une garde au sol d'au moins 8 mm de hauteur.

#### 2°) Dispositif de transport.

Coiffé ou non, l'extincteur doit pouvoir être déplacé facilement dans les travaux souterrains.

#### 3°) Manipulation.

L'extincteur est muni d'un tuyau d'éjection d'au moins 70 cm de longueur, y compris la lance.

L'appareil est muni d'un dispositif permettant d'interrompre son fonctionnement.

#### 4°) Epreuve d'efficacité de l'extincteur.

##### a) Feu de bois.

L'appareil est mis à l'épreuve dans une galerie d'incendie de 24 m de longueur et d'une section de  $1,8 \times 1,8$  m. La vitesse de l'air y est d'environ 1,10 m/s avant la mise à feu de l'incendie expérimental. A une distance de 19,5 m de l'entrée de la galerie, on érige près de la paroi gauche une pile de bois constituée par des bûches de bois résineux de  $4 \times 4$  cm de section et de 45 ou 60 cm de longueur. Les bûches sont placées sur une grille qui est à 17 cm de l'aire de voie. Elles sont étagées en croix sur une surface de  $45 \times 60$  cm de manière qu'il y ait des vides de 4 à 5 cm entre chacune des bûches (soit 8 rangées de 5 en 60 cm et 7 rangées de 7 en 45 cm). Le côté large de cette pile est orienté face au courant d'air et est à 10 cm en arrière du bord de la grille.

Devant et contre la grille, on allume  $500 \text{ cm}^3$  de gasoil pour moteur Diesel additionnés de  $250 \text{ cm}^3$  d'essence d'auto et placés dans un récipient parallélépipédique en fer de  $35 \times 25$  cm de surface, le long côté étant parallèle au bord de la grille.

Le bord supérieur du bac se trouve dans le plan de la grille.

On laisse agir le foyer initial pendant 6 min sur la pile de bois, puis on enlève le récipient.

L'extincteur est ensuite mis en action après un délai supplémentaire de 4 min 30 s.

L'incendie est attaqué à une distance de 3 m ; on peut s'en approcher davantage, si c'est possible, sans dépasser la face avant du bûcher.

Le nombre d'essais à exécuter est laissé à l'appréciation de la station d'essais, sans être inférieur à trois.

L'extincteur est considéré comme satisfaisant lorsque deux essais au moins, avec chaque fois une charge de l'appareil, ont éteint l'incendie à un point tel que son extension peut être empêchée sans secours spéciaux.

##### b) Feu d'huile.

Dans la galerie d'incendie, à une distance de 19,5 m près de la paroi gauche, on dépose une cuve

de  $1,5 \times 1 \times 0,10$  m contenant 15 l de gasoil pour moteur Diesel.

La cuve présente son côté étroit au courant d'air. Parallèlement aux parois les plus courtes, on place dans la cuve deux traverses en bois de 1 m de longueur, portant des rails fixés par des clous. Les arêtes extérieures des traverses sont à une distance de 5 cm des parois les plus courtes.

Le gasoil est mis à feu à l'aide de 6 pelotes de déchets de coton imbibées d'essence d'auto et enflammées ; ces pelotes ont la grosseur du poing et sont réparties également sur toute la surface.

L'extincteur est mis en action lorsque toute la surface du gasoil, ainsi que les traverses imbibées de gasoil, sont en flamme et au plus tôt après 3 min. L'incendie est attaqué à une distance de 3 m. L'épreuve d'agrément de l'extincteur comporte au moins 3 essais d'extinction avec le même appareil et en aucun cas l'incendie ne peut se rallumer.

Un extincteur agréé et sa charge restent en observation à l'Institut National des Mines.

#### Résultats des essais de l'extincteur Type II (15 litres de capacité)

Ces résultats sont mentionnés dans le tableau 26.

Les extincteurs à poudre, comme ceux à mousse physique, peuvent certes fonctionner en position horizontale mais, dans cette position, nous avons remarqué qu'ils ne se vident pas complètement et parfois seulement en petite quantité. Il y aura donc lieu, lors de l'initiation du personnel, de montrer l'inclinaison la meilleure à adopter pour obtenir une vidange maximum de l'appareil.

#### Conclusion.

Les extincteurs à poudre universelle examinés répondent à toutes les conditions d'agrément de la circulaire 116 de la Direction Générale des Mines.

Quant aux extincteurs à mousse qui nous ont été soumis, nous avons constaté des anomalies au point de vue diélectrique ; ils seront examinés à nouveau en 1960, en même temps que les appareils présentés par les autres firmes.

Nous ajouterons qu'à notre avis, il est indispensable d'apprendre au personnel la façon de se servir de tous ces appareils et, à cette occasion, de leur montrer la meilleure inclinaison à adopter pour obtenir un rendement maximum quand on est amené à les utiliser dans une autre position que la position verticale.

## 2. — APPAREIL DE SAUVETAGE

Un seul appareil de sauvetage a été expérimenté avec la collaboration des sauveteurs de la station de Frameries.

TABLEAU 26

Désignation de l'appareil	Poids de l'appareil rempli en kg	Poids de matière utilisée pour l'extinction en kg	Essai diélectrique en mA	Temps de vidange en secondes	Résultats obtenus		
<i>Mousse physique</i>							
a) Feu de bois							
L.15 But	35.0	15.3	nous avons constaté des anomalies et poursuivons nos essais	86	+		
	35.7	15.0			○		
	36.2	16.0			○		
	35.5	15.5			○		
b) Feu de gasoil							
L.15 But	35.0	15.2			+		
	36.5	15.5			○		
	35.6	15.6			○		
	36.0	16.0	○				
	34.8	15.1	○				

+ indique la réinflammation  
○ indique l'extinction

L'appareil respiratoire Fenzy modèle 55, qui peut être utilisé dans les industries sidérurgiques et autres soumises au contrôle de l'Administration des Mines, à l'exclusion des travaux du fond des mines, a été porté au cours des exercices habituels d'entraînement dans une salle chauffée à des températures comprises entre 30 et 31,5°.

#### Description.

L'appareil respiratoire Fenzy, modèle 55, est du type « à circuit fermé » ; il comprend (fig. 62) :

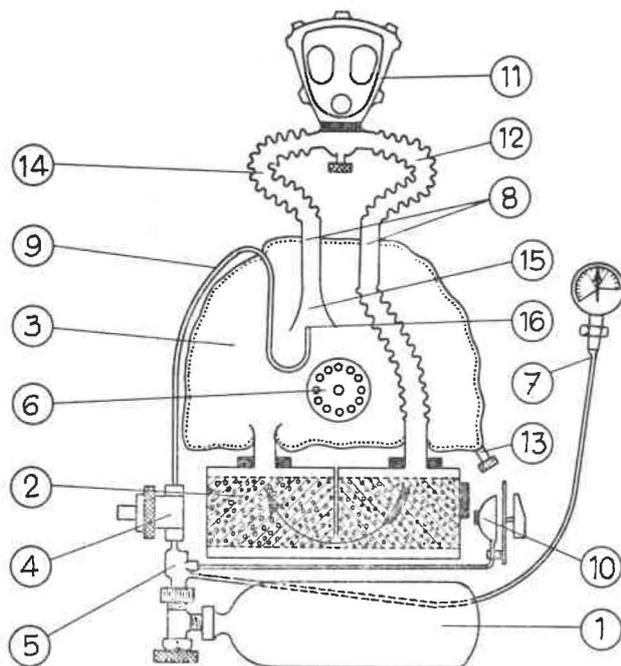


Fig. 62. — Schéma de l'appareil Fenzy modèle 55.

- une bouteille d'oxygène (1) de 1,5 litre comprimé à 150 kg/cm<sup>2</sup> ;
- une cartouche génératrice (2) contenant de la chaux sodée qui retient le gaz carbonique de l'air expiré ;
- un sac respiratoire (3) en tissu imperméable. Sur ce sac sont fixés :
  - les deux raccords de branchement au régénérateur ;
  - le dispositif insufflateur d'air (8) et les raccords des tuyaux annelés ;
  - la boîte à soupape de surpression (6) ;
  - le tuyau d'arrivée d'oxygène (9) ;
  - le raccord de purge d'eau du sac (13).

L'insufflateur d'air comporte un cône Venturi (15) avec gicleur (16) d'où s'échappe l'oxygène provenant du détendeur (4).

Le pot de raccordement porte les deux raccords d'entrée et de sortie sur lesquels sont fixés les tuyaux annelés (12) et (14).

Un bloc haute pression (5) relie le robinet de la bouteille au détendeur (4) au tube manométrique (7) et à l'avertisseur à sonnerie (10).

Le détendeur (4) est placé à la sortie de la bouteille ; il est destiné à ramener la pression de la bouteille à 1 kg environ pour l'alimentation du gicleur par le tuyau d'arrivée (9).

L'avertisseur à sonnerie (10), que l'on arme d'un demi-tour lors de la mise en marche de l'appareil, se déclenche et ralentit lorsque la pression de la bouteille tombe à 30 kg/cm<sup>2</sup>, c'est-à-dire lorsque l'appareil entre dans le dernier quart d'heure d'utilisation.

Le poids total de l'appareil masque compris est de 9,5 kg.

**Fonctionnement de l'appareil.**

Lors de la mise en service de l'appareil, on ouvre le robinet de la bouteille ; l'oxygène détendu arrive au gicleur (16) et souffle dans le cône de Venturi (15), en entraînant l'air du sac respiratoire (3) dans le tuyau d'inspiration (14). Cet air balaie le masque (11), arrive au régénérateur (2) par le tuyau annelé (12) et retourne au sac (3) après avoir été débarrassé de son gaz carbonique par la chaux sodée.

L'appareil ne comporte aucun clapet, seule la soupape de trop-plein (6) s'ouvre lorsque le sac arrive à un certain état de gonflement.

**Essais.**

Nous avons vérifié le fonctionnement de l'appareil en le faisant porter par des sauveteurs de la station de Frameries qui ont exécuté les exercices nor-

maux d'entraînement, marche à plat, ascensions et descentes alternées et répétées d'échelles verticales et de plans inclinés.

Quatre essais ont été effectués.

Pour chaque essai, on a :

- 1° relevé la température de la salle d'exercices ;
- 2° mesuré la température de l'air arrivant au masque ;
- 3° noté la consommation d'oxygène ;
- 4° effectué des prélèvements d'air régénéré dans le tuyau d'inspiration.

Les résultats sont reportés au tableau 27.

**Conclusion.**

L'appareil respiratoire Fenzy, modèle 55, peut être utilisé dans les industries sidérurgiques et autres soumises au contrôle de l'Administration des Mines, à l'exclusion des travaux du fond des mines.

TABLEAU 27

	I	II	III	IV
Durée (en min)	70	70	70	68
Température dans la salle	30°	30°	30° - 31,5°	30,5°
Température de l'air régénéré	44°	42°	45°	42°
Air régénéré :				
O <sub>2</sub> %	86,65 à 97,75	79,03 à 96,99	69,85 à 97,17	75,27 à 97,63
N <sub>2</sub> %	13,24 à 2,16	20,89 à 2,95	29,28 à 2,73	24,70 à 2,25
Consommation d'oxygène litres/min	3,2	3,1	3,1	3,4

**XI.— TRAVAUX DES LABORATOIRES DE CHIMIE**

L'activité de nos laboratoires a été consacrée aux analyses :

- de mélanges électrolytiques prélevés pour l'étude des batteries anti-grisouteuses de locomotives électriques 210
- de mélanges gazeux :
  - pour essais d'empilages de locomotives 15
  - pour agréation d'une lampe 6

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

- analyses de gaz : détermination de H<sub>2</sub> - N<sub>2</sub> - CO - CO<sub>2</sub> 23
- examens et analyses d'échantillons de poussières neutralisées 187

- analyses d'échantillons de charbon de sondage 22
- analyses d'échantillons de charbon 55
- dosages de soufre dans un charbon provenant d'une couche à feu spontané 2
- examen au densitomètre d'échantillons de poussières prélevés dans les charbonnages 2.633

*Préparation et analyse des charbons.*

**A. Préparation.**

**I. Echantillon de poussières neutralisées.**

a) *But de la neutralisation.*

Afin d'éviter les coups de poussières, on pratique la neutralisation généralisée. Celle-ci consiste à je-

ter, sur les parois des galeries, sur l'aire de voie et dans tous les endroits poussiéreux, une quantité de poussières inertes suffisante pour que le mélange des deux poussières ne soit plus susceptible de propager une explosion. Les poussières inertes généralement utilisées sont le schiste broyé, les craies et le filler calcaire. Les cendres de carneaux ne sont pas à conseiller.

#### b) Préparation de l'échantillon.

1) Peser une certaine quantité (20 g) préalablement homogénéisée.

2) Tamiser l'échantillon aux tamis de 1600 et de 6400 mailles/cm<sup>2</sup>.

Pour que la matière inerte soit efficace, il faut qu'elle ait la même finesse que les poussières déposées dans les différents endroits de la mine. Nous avons constaté que ces dernières traversent le tamis de 1600 mailles et ont une finesse telle que 80 à 90 % traversent même le tamis de 6.400 mailles. Il s'ensuit que la poussière inerte devrait donc être broyée de façon qu'elle contienne au moins 80 % passant au travers du tamis de 6400 mailles.

Pour nos analyses, nous considérons que, seules, les poussières traversant le tamis de 1600 mailles, ont une action efficace lors d'une explosion.

Nous déterminons donc :

- le poids du refus au tamis de 1600 mailles/cm<sup>2</sup> ;
- le poids du refus au tamis de 6400 mailles/cm<sup>2</sup> ;
- le poids de ce que laisse passer ce dernier.

Broyer le refus du 6400 mailles et le mélanger à la partie non retenue par ce tamis.

3) Sécher à l'étuve à 105°/110° C (jusqu'à poids constant).

4) Dosier les cendres.

De nombreuses expériences ont été faites antérieurement dans notre galerie métallique, en opérant avec différents mélanges de charbon et de matière neutralisante.

Il a été constaté que les différents charbons de plusieurs charbonnages de Campine avaient à peu près la même teneur en matières volatiles, de l'ordre de 30 %. Dans ce bassin, la matière neutralisante généralement utilisée est le schiste ou le filler calcaire. Pour obtenir une bonne neutralisation de ces charbons avec ces produits, la teneur en cendres de l'échantillon neutralisé doit être au moins de 75 % lorsque l'on emploie du schiste et de 52 % lorsque l'on utilise le filler calcaire.

Il est bien entendu que l'incinération de l'échantillon neutralisé se fait conformément aux conditions indiquées ci-dessous, au paragraphe « analyse des charbons ».

Les charbons des charbonnages du Bassin du Sud, qui nous ont été soumis, titraient respectivement environ 30 %, 22 % et 16 % de matières volatiles.

Il convient de noter que certains charbons, dont la teneur en matières volatiles est de 22 %, se comportent parfois comme ceux qui titrent 30 %. Il est à supposer que cela tient à la constitution intime de ces charbons.

Dans le Bassin du Sud, la matière neutralisante généralement employée est la craie, pour laquelle nous avons pu établir les critères suivants :

a) pour les charbons qui titrent environ 16 % de matières volatiles, l'échantillon neutralisé doit avoir une teneur en cendres minimum de 41 % ;

b) pour les charbons dont la teneur en matières volatiles est de 22 % et 30 %, l'échantillon neutralisé doit avoir une teneur en cendres minimum de 49 %.

#### II. Echantillons de charbon prélevés dans la veine.

Pour établir les critères de classification sous le rapport du risque d'inflammation des poussières en vue de l'emploi des explosifs (Police des Mines, page 285), il est nécessaire de connaître la teneur en matières volatiles du charbon.

1°) Broyer l'échantillon jusqu'à ce qu'il traverse complètement le tamis de 6400 mailles.

2°) En prélever une partie aliquote.

3°) La sécher à l'étuve à 105/110° C (jusqu'à poids constant).

4°) Dosier l'humidité - les cendres - les matières volatiles.

#### III. Charbon de sondage.

L'analyse de ce charbon, jointe à certains renseignements recueillis par le Service géologique, permet, d'une part, de déterminer l'appartenance des couches traversées aux couches connues et exploitées par les charbonnages du bassin, d'autre part, de connaître la qualité de la couche par examen de l'échantillon aux liquides denses.

1°) Nettoyer l'échantillon à l'éther. Filtrer et continuer le lavage jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de tache d'huile sur le filtre.

2°) Passer aux liquides denses : 1,30 et 1,60 (fig. 63).

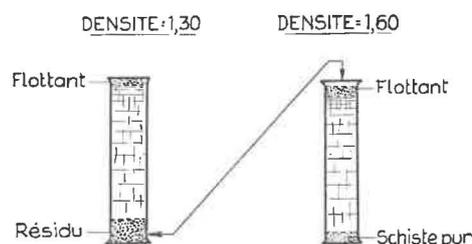


Fig. 63.

Avec le liquide de densité 1,30 deux fractions :  
— flottant  
— résidu.

Le résidu à 1,30 est versé dans le liquide à 1,60, d'où deux fractions :

- flottant
- schiste pur.

On pèse :

- a) le flottant à 1,30
  - b) le flottant à 1,60
  - c) le résidu à 1,60
- 3°) Le flottant à 1,30 doit être :
- a) séché
  - b) broyé
  - c) tamisé au tamis de 6400, il ne peut laisser de refus.
  - d) séché à 105/110° C — jusqu'à poids constant.
- 4°) Doser les matières volatiles et les cendres sur charbon sec.

### B. Analyse.

Pour tous les échantillons, tant neutralisés que prélevés en couche et que provenant des sondages.

#### I. Humidité.

- 1) Peser une certaine quantité de l'échantillon (1 - 5 - 10 - 20 g ...).

- 2) Chauffer à l'étuve à 105/110° C jusqu'à poids constant.

#### II. Matières volatiles.

- 1) Peser 1 kg de charbon sec.
- 2) Introduire dans le four maintenu à 1040° C.
- 3) Dès que la flamme, qui apparaît entre le bord du creuset et le couvercle a disparu, attendre deux minutes. Après ce temps, enlever immédiatement le creuset du four.
- 4) Placer dans un dessiccateur.
- 5) Peser à nouveau et déterminer le pourcentage en M.V.

#### III. Cendres.

- 1) Peser 1 g de charbon sec.
- 2) Introduire la nacelle dans le four froid et monter progressivement en température.  
Pour les échantillons de charbon de couche et de sondage, pour les échantillons neutralisés avec le schiste, laisser cette nacelle pendant une heure à 900/950° C. Pour les échantillons neutralisés avec le filler calcaire et la craie, maintenir la température à 1020/1040° C pendant une heure.
- 3) Peser à nouveau et déterminer le pourcentage des cendres.

## XII. — GRISOMETRIE

TABLEAU 29

Classement par catégorie, division et teneur en méthane.

Catégorie	Division	Répartition suivant teneur en CH <sub>4</sub>				Totaux
		0 à 0,5 %	0,5 à 1 %	1 à 2 %	> 2	
1 <sup>re</sup>	Borinage - Centre	79	15	1	3	98
	Charleroi - Namur	195	51	13	1	260
	Liège	124	47	10	3	184
	Campine	60	27	8	—	95
	Totaux :	458	140	32	7	637
2 <sup>me</sup>	Borinage - Centre	135	56	106	115	412
	Charleroi - Namur	62	59	21	4	146
	Liège	54	21	12	—	87
	Campine	—	—	—	—	—
	Totaux :	251	136	139	119	645
3 <sup>me</sup>	Borinage - Centre	168	112	158	151	589
	Charleroi - Namur	5	3	3	1	12
	Liège	—	—	—	—	—
	Campine	—	—	—	—	—
	Totaux :	173	115	161	152	601

En 1959, nous avons contrôlé 2 grisoumètres pour le compte d'un charbonnage.

TABLEAU 28  
Nombre de prélèvements analysés.

Division	1958	1959
Borinage - Centre	1.808	1.099
Charleroi - Namur	607	418
Liège	250	271
Campine	121	95
	2.786	1.883

### XIII. — RECHERCHES DIVERSES

#### A. — DISPOSITIFS ANTI-RETOUR DE FLAMME POUR TUYAUX D'ACÉTYLENE

Ces appareils sont prévus pour être montés, soit à la sortie du manodétendeur placé sur la bonbonne d'acétylène, soit sur le tuyau même d'adduction du gaz au chalumeau dans le but d'empêcher tout retour de flamme jusqu'à la bonbonne et de supprimer ainsi une cause d'explosion de cette dernière.

Dans le tuyau d'acétylène, il peut se produire des mélanges tonnants d'acétylène et d'oxygène par suite, par exemple, d'une obstruction momentanée du bec du chalumeau.

La pression de l'oxygène étant plus élevée que celle de l'acétylène, le premier gaz remonte dans le tuyau d'amenée du second et y forme avec ce dernier un mélange tonnant que la flamme remonte à très grande vitesse.

Il ne paraît pas impossible non plus qu'il se produise des mélanges d'acétylène et d'air à partir du manodétendeur même, par suite de l'existence accidentelle d'une communication avec l'atmosphère à un endroit où le jet d'acétylène crée une dépression. Dans ces conditions, le coupe-flamme éventuel intercalé dans le tuyau est parcouru par le mélange.

L'essai consiste donc à faire passer dans l'appareil qui nous est soumis un mélange d'acétylène et d'oxygène convenant pour la soudure. Ce mélange est allumé du côté aval. Pour que l'essai soit satisfaisant, la flamme ne doit pas passer du côté amont.

Le dispositif d'essai est représenté schématiquement à la figure 64.

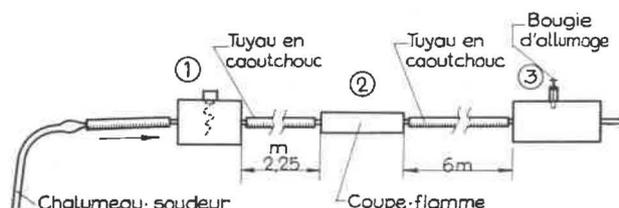


Fig. 64.

Le dispositif (2) est relié par tuyau souple de chalumeau, d'une part, côté entrée du gaz, à un réservoir (1) de 100 cm<sup>3</sup> en acier, contenant une touffe de coton nitré et, d'autre part, côté sortie du gaz, à un réservoir analogue pourvu d'une bougie d'allumage et débitant à l'atmosphère par une buse-lure. Le coton nitré sert de témoin du passage de la flamme.

Le mélange est préparé au moyen d'un chalumeau-soudeur. Celui-ci est allumé et on règle les débits d'oxygène et d'acétylène pour obtenir une flamme normale. On repère la pression aux manomètres B.P. des détendeurs. On ferme les bonbonnes et, lorsque le chalumeau est éteint, on les ouvre à nouveau. Le chalumeau débite un mélange d'air et d'acétylène convenant pour la soudure.

Ce mélange est injecté dans le dispositif d'essai et y circule continuellement du réservoir (1) au réservoir (3). En surveillant la pression aux détendeurs, on contrôle la constance du mélange.

Les bonbonnes sont par raison de sécurité installées dans un réservoir en acier qui limiterait la portée des éclats résultant d'une explosion éventuelle.

#### 1) Soupape anti-retour Florian.

Cette soupape est représentée schématiquement à la figure 65.

La propriété d'arrêter la flamme est due au cylindre en métal fritté. Cette matière se présente comme un assemblage de petites billes, qui peuvent être microscopiques, juxtaposées et soudées par leurs points de contact. Elle est très poreuse et ne

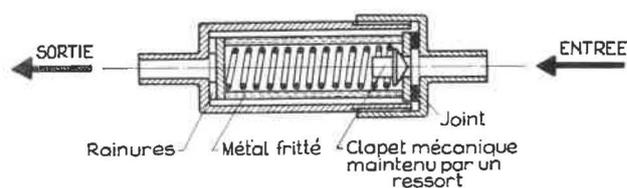


Fig. 65.

provoque qu'une perte de charge relativement faible.

Le clapet mécanique est là pour s'opposer dans la plupart des cas à une remontée d'oxygène dans le tuyau d'acétylène. En effet, une telle remontée s'accompagne généralement d'une surpression du côté sortie et le clapet se ferme, empêchant ainsi la formation d'un mélange tonnant à l'amont du dispositif.

L'appareil soumis à l'I.N.M. a subi suivant le procédé rappelé plus haut quelque deux cents essais qui sont résumés dans l'ordre chronologique au tableau 30.

TABLEAU 30

Série	Intervalle entre les essais	Nombre d'essais
1	5 min	3
2	1 min	35
3	30 s	42
4	15 s	20
5	30 s	120

Au cours de la cinquième série, on a obtenu une traversée au 94<sup>me</sup> essai.

On procédait de la manière suivante.

Après dix essais consécutifs, on vérifiait l'état du témoin en coton nitré. A ce moment, le dispositif coupe-flamme était tiède.

Après l'essai qui a donné la traversée, le dispositif était très chaud.

Cette température élevée et le fait que la traversée ne s'est pas renouvelée aux essais suivants montrent que ce phénomène n'est pas dû à une défec-tuosité de la soupape, mais à un concours de cir-constances qui pourrait se présenter à n'importe quel moment. La seule explication plausible est en effet la suivante. La flamme s'est établie à l'inté-rieur du corps du dispositif pendant l'intervalle en-tre deux essais, par suite probablement de la pré-sence de suie. Elle a échauffé le métal fritté suffi-samment haut pour lui faire perdre ses propriétés et elle est passée à l'amont.

Ce phénomène avait déjà été constaté à l'I.N.M. sur un appareil de même nature, mais d'origine dif-férente. Il était resté inexplicé à cause de l'insuf-fisance des observations.

Il ne nous a donc pas été possible de préconiser ou de recommander le dispositif Florian, pas plus d'ailleurs que le précédent qui avait donné lieu à une traversée identique.

## 2) Soupape Carolo.

Ce dispositif est une simple soupape qui s'ouvre pour laisser passer l'acétylène quand un appel vient du chalumeau. Il ne peut donc s'employer qu'avec

les chalumeaux dont la tubulure d'acétylène est mise en dépression sous l'action du jet d'oxygène.

Cet appareil semble devoir s'opposer efficacement à la constitution, à partir du chalumeau, de mélan-ges tonnants dans le tuyau d'acétylène.

En effet, si de l'oxygène remonte dans celui-ci à un moment donné, il y rétablit une pression au moins égale à la pression atmosphérique à l'aval du dispositif et celui-ci se ferme, empêchant toute ar-rivée d'acétylène.

Une flamme peut donc remonter à la rigueur jus-qu'à la soupape, mais pas au-delà puisqu'il n'y existe pas de mélange inflammable.

C'est tout différent si le mélange se forme à l'amont du dispositif comme l'a montré l'unique essai auquel nous avons soumis cet appareil.

Suivant la méthode déjà décrite, le mélange a été injecté à l'amont et allumé à l'aval. La flamme a traversé le dispositif.

## Conclusion.

Il ne nous a donc pas été possible de préconiser ou de recommander cet appareil.

## B. MATERIEL ANTISTATIQUE

Des charges d'électricité statique peuvent dans certains cas se développer sur des corps conducteurs isolés, et notamment lorsque ceux-ci sont soumis au frottement, soit d'un courant d'air à grande vitesse emportant des particules solides, soit de matériaux non conducteurs de l'électricité.

Le premier cas est celui des pièces de raccord fixées sur les flexibles à air comprimé et le second celui d'un rouleau pour courroie, si ce rouleau est isolé du sol.

L'accumulation des charges est évitée et, par consé-quent, tout danger est écarté si l'on rend conduc-teur le matériau qui est normalement isolant.

L'essai consiste donc à relier au sol l'un des pô-les d'une machine électrostatique par l'intermédiaire de l'élément à vérifier. Si la tension de ce pôle, me-surée au voltmètre électrostatique, tombe à zéro au moment où l'on établit la liaison avec le sol, l'élé-ment (flexible ou rouleau) est suffisamment con-ducteur.

A titre indicatif, nous avons mesuré au mégohm-mètre à magnéto, la résistance de l'élément à vé-rifier. La magnéto donne une tension continue de 500 V.

### 1) Rouleau pour transporteur à courroie.

Ce rouleau construit par la firme F. Heuchamps à Courcelles tourne sur son axe par l'intermédiaire de bagues auto-lubrifiantes en matière synthétique. Il n'y a donc aucune liaison métallique entre la sur-face extérieure et l'axe du rouleau. Si les bagues étaient isolantes, les charges électrostatiques pour-

raient s'accumuler sur le rouleau par suite du frottement de la bande.

L'essai à la machine électrostatique a montré que les bagues possèdent une conductibilité suffisante. Au moment où l'on établissait la liaison du pôle de la machine avec le sol par les bagues, la tension tombait de 16.000 V à zéro.

La résistance des deux bagues en parallèles, mesurée au mégohmmètre, est de 0,03 mégohm.

#### Conclusion.

Ce rouleau se comporte donc au point de vue électricité statique comme s'il était entièrement métallique.

#### 2) Tuyaux flexibles pour air comprimé.

Le tableau 31 donne les résultats d'essais des flexibles qui nous sont parvenus cette année.

Les cinq premiers nous ont été soumis par un charbonnage et les autres par les fabricants.

TABLEAU 31

Marque	Longueur	Ø mm	Tension			Résistance d'isolement sous 500 V
			Machine	après liaison au sol		
				par C.I.	par C.E.	
Englebert						
« Neutravolt »	6	15/20	22.000	0	0	0,2
id.	6	25/40	22.000	0	0	0,5
id.	6	68/96	22.000	0	0	1,0
id.	6,25	32/45	25.000	0	5.000	40,0
id.	6	32/45	25.000	0	5.000	20,0
id.	7,50	15/20	25.000	0	0	5,0
Pirelli						
« Pres Belgomine »	7,50	15/20	24.000	0	0	0,15
Bergougnan						
« Exvolt »	7,50	15/20	18.000	0	8.000	0,5

Tous ces flexibles donnent des résultats satisfaisants.

## XIV. — AGREATION D'APPAREILS ELECTRIQUES ET AUTRES

### AGREATION D'APPAREILS

En 1959, l'Institut National des Mines a proposé pour agréation 53 appareils électriques et autres soit :

#### — Appareils électriques : 32

Moteurs	2
Batterie pour loco électrique	1
Téléphones et signalisation	5
Matériel électrique sujet à déplacement	2
Lampe électrique portative	1
Appareils électriques divers	20
Ohmmètre	1

#### — Divers : 21

Appareils de sauvetage	2
Courroies	18
Rouleau pour convoyeur	1

— Il a été procédé en outre à l'examen de 27 demandes pour modification d'appareils agréés.

Haveuse	1
Moteurs	4
Appareils électriques divers	11
Lampes électriques portatives	2
Matériel électrique sujet à déplacement	1
Téléphones et signalisation	2
Exploseurs	6

Les décisions et avenants font l'objet d'une note annexe.

En terminant le compte rendu de nos travaux sur l'exercice 1959, il m'est particulièrement agréable de remercier mes collaborateurs MM. Callut, Cheppe, Nenquin, Fally, Samain, Cyprès et Poivre, dont l'aide m'a été précieuse pour l'élaboration du présent rapport.

# INSTITUT NATIONAL DES MINES

## Rapport sur les travaux de 1959

### ANNEXE

## Liste des appareils électriques et divers

agréés en 1959

sur proposition de l'Institut National des Mines.

N.B. — Nous désignons par « demandeur » la firme ayant sollicité l'agrément. Lorsque le « demandeur » n'est pas le « constructeur », celui-ci est désigné dans la colonne « Observations ».

### I. — HAVEUSE

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
14-5-59	E <sup>ts</sup> Beaupain, 105, rue de Serbie, Liège.	4/59/B/212	3 <sup>e</sup> avenant à la décision 13E/6999 du 2-4-1947 relative à la haveuse Anderson Boyes type A.B.15. Modification de détail. - Plan B. 2/160.2.

### II. — MOTEURS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
4-5-59	E <sup>ts</sup> Beaupain, 105, rue de Serbie, Liège.	4/59/B/233	Avenant à la décision 13E/7284 du 26-10-1948 relative au treuil électrique Pikrose type 3, à simple tambour. Modifications caractéristiques électriques.
4-5-59	E <sup>ts</sup> Beaupain, 105, rue de Serbie, Liège.	4/59/B/234	Avenant à la décision 13E/7284 du 26-10-1948 relative au treuil électrique Pikrose type 3 à double tambour. Modifications caractéristiques électriques.

## II. — MOTEURS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
26-6-59	C <sup>ie</sup> Joy Sullivan, 66, Bd. de l'Impératrice, Bruxelles 1.	4/59/B/300	Treuil Joy Sullivan mod. D.113 construit par la firme Joy Sullivan Ltd à Greenock (Ecosse) actionné par l'un des moteurs électriques (5,5 ou 7,36 kW) construit en collaboration avec la « Metropolitan Vickers » de Manchester et de « Pruce Peebles » d'Edimbourg suivant plans 655 BBM et X.1902/2 BBM
29-7-59	E <sup>ts</sup> Beaupain, 105, rue de Serbie, Liège.	4/59/B/329	Avenant aux décisions 4/54/115/4953 du 21-12-54 et 13E/8776 du 17-9-53 relatives aux moteurs de treuils Pickrose types S.3 - 35 ch et S.2.A - 25 ch. Utilisation d'une entrée de câble du type d. 960 Gu construite par la firme Göthe à Mülheim (Ruhr) et agréée par la décision 13E/8805 du 19-10-1953 et les avenants 4/54/115/1920 du 4-6-1954 et 4/55/115/3067 du 9-9-1955. Voir plan B.2222.
26-8-59	S.A. d'Etudes et Rationalisation de Travaux Miniers, rue A. Masquelier, 32, Mons.	4/59/B/375	Second avenant à la décision 4/56/115/2756 du 5-9-1956 relative au moteur du cylindre « poussoir Raco » type III - Puissance portée de 6,5 à 7,5 kW.
4-11-59	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi	4/59/B/503	Enveloppe type A.K.G.c. 4166 pour moteurs électriques asynchrones triphasés, 190 à 1.000 V, 600 à 1.500 tr/min, 24 à 42 kW $\pm$ 50% - Plan 1.022.885.

## III. — APPAREILS DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
9-1-59	S.P.R.L. Jema, 18/22, rue de Menin, Bruxelles 8.	4/59/B/6	Troisième avenant à la décision 13E/8044 du 18-8-1951. Modification du coffret type E.130 qui est actuellement désigné type E.130.A - Plan E.584.
16-1-59	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 55, rue J. Schmidt, à Dampremy.	4/59/B/21	Deuxième avenant à la décision 13E/8256 du 20-3-1952 relative au coffret interrupteur tripolaire 550 V, 30 A. - Plan 453. Modifications de détail. Appareil désigné actuellement coffret disjoncteur tripolaire 500 V, 200 A - Plan n° 4513.
4-2-59	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi	4/59/B/32	Transformateurs secs types T.b.G.S <sub>2</sub> 2955 (75 kVA); T.b.G.S <sub>2</sub> 3055 (100 kVA); T.b.G.S <sub>2</sub> 3155 (125 kVA); T.b.G.S <sub>2</sub> 3255 (160 kVA); T.b.G.S <sub>2</sub> 3355 (200 kVA); T.b.G.S <sub>2</sub> 3455 (250 kVA); T.b.G.S <sub>2</sub> 3555 (315 kVA); T.b.G.S <sub>2</sub> 3655 (400 kVA); et T.b.G.S <sub>2</sub> 3755 (500 kVA) - Plan 2.085.719.

## III. — APPAREILS DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
5-2-59	S.A. Electromécanique, 19, rue L. Crickx, Bruxelles 7.	4/59/B/65	Avenant aux décisions 4/55/115/3064 du 8-9-55 et 4/58/B/387 du 24-7-58 relatives aux appareils dits « Tranches ADS.753 et 754. La boîte de raccordement peut être utilisée avec ou sans remplissage de masse isolante ou de quartz.
10-2-59	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt, à Dampremy.	4/59/B/84	Deux types d'entrée pour câble armé - Plans 61.127 et 61.149.
25-2-59	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt, à Dampremy.	4/59/B/101	Transformateur sec, 500/110 V, 10 kVA - Plans 51.179 et 61.107.
11-3-59	S.A. Schröder, à Ans-lez-Liège.	4/59/B/128	Coffret type AD.300 pour appareillages électriques divers, équipé de boîtes à bornes et d'entrées de câble déjà agréées - Plans 761.111/0 et 761.166/3.
20-3-59	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6	4/59/B/126	Avenant aux décisions 13E/8581 du 12-1-1953 - 4/54/115/1815 du 26-5-54 - 4/56/115/2755 du 6-9-1956 - 4/56/115/3758 du 17-12-1956 - 4/56/115/3853 du 24-12-1956 et 4/57/115/2569 du 22-10-1957 relatives aux coffrets A.S.C. - A.C.D. - A.C.S.1 - A.C.S.2 - A.C.S.4 et A.T.S. utilisation d'un type de regard pour appareil de mesure déjà agréé avec les coffrets A.T.D.1 et A.T.D.2 (décision 4/57/115/2569 du 22-10-1957) - Plan 336.094.
20-3-59	S.A. Schröder, à Ans-lez-Liège.	4/59/B/127	Avenant à la décision 4/58/B/436 du 14-8-1958 relative au coffret type A.D. 190 utilisation d'un regard pour appareil de mesure faisant l'objet de l'agrément 4/54/115/1379 du 21-4-1954 - Plan 761.166/3.
20-3-59	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6	4/59/B/148	Coffrets types A.F.M. pour manipulateurs et A.F.B. boîte à connexions avec entrée de câble - Plan n° 138.654.
20-3-59	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi	4/59/B/150	Boîtier type EXC 6.000 pour camera de télévision utilitaire - Plan 1.200.465.
7-4-59	S.A. Electro-Appareils, 233, rue de la Loi, Bruxelles.	4/59/B/168	Coffret interrupteur, identifié EX.1201 G - EX.1202 G - EX.1205 G - EX.1206 G - EX.1207 G suivant l'appareillage qu'il contient et construit par la firme allemande Stotz-Kontakt G.m.b.H. de Heidelberg suivant plan EX.1201.07 G.

## III. — APPAREILS DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
7-4-59	S.A. L'Electricité Industrielle Belge, rue Pisseroule, Dison.	4/59/B/169	Second avenant à la décision 13E/8114 du 8-10-1951 relative au Coffret pour disjoncteur type D.S.R.G.350 - Modification de détail - Plan 421.480.
7-4-59	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi	4/59/B/170	Coffret pour controller type PACg - Plan 2.146.577.
22-4-59	S.A. L'Electricité Industrielle Belge, rue Pisseroule, à Dison.	4/59/B/206	Avenant à la décision 4/57/115/1230 du 30-4-1957 relative au coffret disjoncteur type D.A.G.6 - Modification de détail - Plan n° 441.451.
22-4-59	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt, Dampremy.	4/59/B/207	Coffret sectionneur 7.000 V, 200 A, avec boîtes à bornes et entrées de câble - Plan 7.1158.
28-5-59	E <sup>ts</sup> Cigrang Frères, 152, chaussée de Malines, à Anvers.	4/59/B/248	Coffret interrupteur à 2 boutons-poussoirs construit par la S.A. Equipement électrique antidéflagrant, avenue du Général Bizot, 112, à Paris (12 <sup>e</sup> ) suivant plan n° 5300 X.
28-5-59	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt, à Dampremy.	4/59/B/258	Coffret de démarrage pour moteur de 37 kW (500 V) construit suivant plans 6.1.061 - 7.1.119 et 5.1.105.
16-6-59	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6	4/59/B/301	Caisson type A.D.S. pour la protection d'appareillage HT 7.000 V - Plan n° 138.024.
6-7-59	Maison Lejour, 30, av. Franklin Roosevelt, Bruxelles 5.	4/59/B/315	Relais de niveau à isotope radioactif ETA <sub>1</sub> construit par la firme Landis et Gyr à Zoug (Suisse) - Schéma n° H.442.115.
11-7-59	Ateliers de Constructions Electro-Mécaniques, 35, rue J. Schmidt, Dampremy.	4/59/B/325	Coffret pour transformateur triphasé du type sec - 550/380 V ± 5 % puissance 5 kVA et appareillage divers - Plan 5.1.184.
13-7-59	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6	4/59/B/324	Second avenant à la décision 13E/8676 du 12.5.1953 (transformateur 200 kVA), Modifications de détail. Nouvelle désignation de l'appareil Type d.K.443 s/6 puissance 200 kVA - Plan 1.T.1675.3.
29-7-59	Equipement électronique, 184, chaussée de Vleurgat, Bruxelles.	4/59/B/328	Pont de mesure à transistors type T.200, construit par le Laboratorium voor Electronika à Rotterdam - Schéma n° 115/59 et 116/59 et vignette.

## III. — APPAREILS DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
29-7-59	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6.	4/59/B/330	Avenant à l'agrément 4/57/115/3242 du 12-12-1957 relative au coffret pour transformateur sec monophasé type d.E.163 n/06/8 kVA. Modification de détail. L'appareil sera identifié type d.E.203 n/06 puissance 10 kVA - Plan 1.T.1557-3.
7-8-59	E <sup>ts</sup> H.F. Destiné, 33, rue de la Vallée, Bruxelles 5.	4/59/B/360	Avenant aux décisions 13E/7540 du 18-10-49 et 13E/8717 du 6-7-53 relatives à un coffret de chantier construit par les Usines Victor Products de Wallsend-on-Tyne (Angleterre). Utilisation d'un socket construit par Victor Products suivant plan Q/3400 utilisable avec fiche Victor 30 A agréée par décision 13E/7929 du 19-4-51.
19-10-59	S.A. Electromécanique, 19, rue Lambert Crickx, à Bruxelles 7.	4/59/B/460	Coffret pour transformateur de potentiel du type basculant et coupe-circuits type A.D.S.T..B., construit par les Ets. Merlin & Gérin de Grenoble et destiné à compléter l'équipement électrique des coffrets dénommés « Tranches A.D.S.753 et A.D.S.754 » respectivement agréés par les décisions 4/35/115/3064 du 8-9-1955 et 4/58/B/387 du 24-7-1958 - Voir plan C <sup>B</sup> 7011.
4-11-59	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi	4/59/B/502	Boîtier pour interrupteur à tirage type Itex - Plans n° 2.200.769 et Si-C.I.12.
10-11-59	Sté Nouvelle Siemens, 6, rue des Augustins, Liège.	4/59/B/509	Troisième avenant à la décision 13E/8676 du 12-5-1953 : cuve pour transformateur sec type d.K.445s/6 200 kVA - Plan 1.T.1753 B.
22-12-59	S.A. Electromécanique, 19, rue Lambert Crickx, à Bruxelles 7.	4/59/B/552	Prise de courant avec fiche tripolaire et circuit de terre, 25 A 400 V type ML. 8039-839 construite par les Ets. Martin Lunel à Noizy-le-Sec (Seine) France - Plan C <sup>B</sup> 6900.
22-12-59	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi	4/59/B/553	Coffret disjoncteur type D.V.Z.g 400/600 destiné à la protection d'un disjoncteur extractible tripolaire 400 à 600 A, de deux appareils de mesures, d'une lampe de signalisation, de fusibles pour protection d'un voltmètre et d'une bobine de déclencheur à minima de tension - Plan n° 9.175.170.

## IV. — LOCOS ELECTRIQUES ET MATERIEL POUR DITO

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
27-7-59	S.A. Accumulateurs Tudor, à Florival.	4/59/B/341	Coffret avec batterie de 54 éléments au cadmium nickel type 7 TG. 3 H. de 394 A/h - Plans F.1441.E - F.1201.G - F.1202.G - F.1308.E - F.1717.D - F.1268.F - F.1762.C.

## V. — MATERIEL D'ECLAIRAGE SUJET A DEPLACEMENT

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
11-2-59	S.A. Les Ateliers Mécaniques, à Morlanwelz-Hayettes.	4/59/B/81	Lampe électro-pneumatique Dafluor à deux tubes fluorescents de 15 W chacun, construite par la firme anglaise Davis à Derby - Plans n° 4850 et 1476.c.
9-3-59	« Agincos », 38, rue Keyenveld, Bruxelles 5.	4/59/B/122	Armatures pour lampes à incandescence types d.3314 (100 W) et d.3315 (200 W) construites par la firme allemande Schanzenbach & C° de Frankfurt (Main) - Plan Z.5326.
20-3-59	S.A. Socome, 120-122, rue St-Denis, à Bruxelles 19.	4/59/B/125	Avenant à la décision 13E/8631 du 24-2-1953 relative à une armature d'éclairage pour lampe à incandescence du type Disco, utilisation d'un grillage de protection en une pièce soit en laiton, soit en aluminium ou silumin métallisé au zinc ou au laiton - Plan 51.088 F.O.B. 471.

## VI. — TELEPHONES ET SIGNALISATION

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
22-1-59	S.A. Bell Téléphone Manufacturing Co, 1, place Francis Welles, Anvers.	4/59/B/33	Coffret interrupteur type d.G.3225a construit par la firme allemande Mix et Genest de Solingen Ohlrigs - Plan n° 2224 - 805 - 1.6.
19-3-59	S.A. Amelco, 25, Quai de Willebroek, Bruxelles.	4/59/B/134	Poste émetteur-récepteur radiophonique construit par la firme Mayday de Gilly - Plans n° 216.761 et 113/59.
15-5-59	Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroi.	4/59/B/222	Sonnerie à un coup dont l'enveloppe permet de réaliser sans modification les séries Scc EX - Sca EX - Scc EXc et Sca EXc comprenant chacune quatre types définis dans la feuille S.T.C.O. 15 - Plan 3.201.853 - Notice 5.208.450.

## VI. — TELEPHONES ET SIGNALISATION

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
25-6-59	Matériaux et Produits Industriels, 9, Grand'Place, Anvers.	4/59/B/303	Postes téléphoniques à transistor T.T.55 construits par la Fernsprech Zubehördienst G.m.b.H. à Berlin - Schémas Tz.6, Tz.40 Bv 30/100 (Schaltbild) et Bv. 30/100 (Nach-Schaltbild).
26-6-59	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6.	4/59/B/302	Klaxon à membrane type d.G.Sg.Schg. 4a tension continue de 6 à 220 V suivant plan 145.622.
6-8-59	S.A. Compagnie Auxiliaire des Mines, 26, rue Egide Van Ophem, Bruxelles 18.	4/59/B/348	Avenant à la décision 4/55/112/2663 du 4-8-1955 relative à la lampe signal type 700 fabriquée par la Sté Friemann & Wolf à Duisbourg (Allemagne) - modifications de détail - Plans n° 700 V/II et 800 V/I.
14-12-59	Société Nouvelle Siemens, 116, chaussée de Charleroi, à Bruxelles 6.	4/59/B/540	Avenant à la décision 4/59/B/302 du 26-6-59 Klaxon à membrane type d.G.s.g.Schg. 3a - Tension alternative 6 à 220 V - Plan n° 145.622.

## IX. — LAMPES ELECTRIQUES PORTATIVES

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
15-4-59	S.A. Ateliers Mécaniques à Morlanwelz-Hayettes.	4/59/B/193	Avenant aux décisions 13C/5429 du 11-3-1941 et 13C/7862 du 5-2-1951 relatives aux lampes types O.K.I et O.K.III construites par la firme C.E.A.G. de Dortmund. Modifications de détail.
14-5-59	Sté Belge d'Applications Electriques, 13, rue de la Limite, La Bouverie.	4/59/B/239	Lampe électrique portative type S.I.G. 72-3, destinée au personnel de maîtrise et construite par la firme Jungner de Stockholm (Suède) - Plans J.2 - 10517 - J.4.X-1014 - J.4.X-1015 - J.4.9876 et J.4-10514.
29-10-59	Compagnie Auxiliaire des Mines, 26, rue Egide Van Ophem, Uccle.	4/59/B/497	Cinquième avenant à la décision 13E/5590 du 29-5-1946 relative à la lampe Oldham type G.Y. Modifications de détail - Plan L.228 W.

## XII. — EXPLOSEURS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
15-9-59	S.A. Sertra, 32/34, rue A. Masquelier, Mons.	4/59/B/403	Avenant à la décision 13D/5551 du 23-5-1938 relative à l'exploseur type A.B.F.G.S. construit par la firme Schäffler de Vienne (Autriche). La durée de passage du courant est réduite à 4 ms.
15-9-59	S.A. Sertra, 32/34, rue A. Masquelier, Mons.	4/59/B/406	Avenant à la décision 13E/6235 du 28-6-1938 relative à l'exploseur type Z.E.B.F./A.50 (200 ohms) construit par la firme Ernst Brün de Krefeld (Linn) Allemagne. La durée du passage du courant est réduite à 4 ms.
15-9-59	S.A. Sertra, 32/34, rue A. Masquelier, Mons.	4/59/B/405	Avenant à la décision 13D/5345 du 28-8-35 relative à l'exploseur type Z.E.B./A.10 construit par la firme Ernst Brün de Krefeld (Linn) Allemagne. La durée de passage du courant est réduite à 4 ms.
16-9-59	S.A. Sertra, 32/34, rue A. Masquelier, Mons.	4/59/B/40*	Avenant à la décision 13D/6117 du 1-8-46 relative à l'exploseur Sertra type 1/100 (260 ohms, 1 A). La durée de passage du courant est réduite à 4 ms.
16-9-59	S.A. Sertra, 32/34, rue A. Masquelier, Mons.	4/59/B/404	Avenant à la décision 13D/5507 du 4-1-38 relative à l'exploseur type BDKMS 25 construit par la firme Schäffler de Vienne. La durée de passage du courant est réduite à 4 ms.
24-11-59	S.A. Sertra, 32/34, rue A. Masquelier, Mons.	4/59/B/528	Avenant à la décision 13D/5345 du 28-8-1935 relative à l'exploseur type Z.E.B./A/20 construit par la firme Ernst Brün de Krefeld (Linn). La durée du passage du courant est réduite à 4 ms.

## XIII. — OHMMETRE

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
18-3-50	S.A. Automatique Electrique, Boomgaardstraat, Antwerpen.	4/59/B/149	Ohmmètre Minopzi construit par la firme Atea à Anvers - Plans SV.2542 et SV.2286.

## XIV. — APPAREILS RESPIRATOIRES

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
16-2-59	S.A. Anthony Ballings, 6, avenue G. Rodenbach, Bruxelles 3.	4/59/B/87	Appareil respiratoire type BG 190 - durée d'utilisation : 3 h environ construit par la firme Dräger de Lübeck- Schéma n° 112/59.
15-4-59	Mr. Léon Smits, 69, avenue des Touristes, Bruxelles 15.	4/59/B/186	Appareil respiratoire Fenzy modèle 55 du type à circuit fermé. Construit par la firme Fenzy 16-18, Place de Villiers à Montreuil (Seine). Voir schéma 114/59.

## XVI. — DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
29-1-59	S.A. Unicomin, 41, rue de la Science, Bruxelles.	4/58/B/46	Courroie Dunlop 3 plis Starwear F.P.C. 115 au P.V.C.
29-1-59	S.A. Unicomin, 41, rue de la Science, Bruxelles.	4/58/B/47	Courroie Dunlop 5 plis F.P.C. 116 au P.V.C.
7-2-59	S.A. Englebert, 1, rue des Venes, Liège.	4/59/B/72	Courroie type Englebert I.N.4 à 4 plis à base de néoprène.
7-2-59	S.A. E <sup>ts</sup> Laroche-Lechat, Quai Ed. Pynaert, Gand.	4/59/B/73	Courroie type 80 N/IN.M. 5 plis au néoprène.
17-2-59	S.A. « Inesco », 20, Square de Meeus, Bruxelles 4.	4/59/B/89	Courroie type Reddaway 92-2-2-5 P.V.C. à 5 plis.
17-2-59	S.P.R.L. Plasticom, 160, rue Antoine Bréart, Bruxelles 6.	4/59/B/90	Courroie type INM/130 Scandura Gold Line Standard Monopli au P.V.C.
18-2-59	S.A. E <sup>ts</sup> Laroche-Lechat, Quai Ed. Pynaert, Gand.	4/59/B/88	Courroie type RP/75/INM Monopli au néoprène.
20-3-59	David-Moseley and Sons Limited, Chapelfield Works, Ardwick Manchester (12), Grande-Bretagne.	4/59/B/132	Courroie type Moseley Fire Résista n° 19 à 5 plis coton au P.V.C.
21-3-59	David-Moseley and Sons Limited, Chapelfield Works, Ardwick Manchester (12), Grande-Bretagne.	4/59/B/133	Courroie type Moseley Fire Résista n° 20 à 4 plis coton-Rayon au P.V.C.
7-4-59	H. Rost et C <sup>o</sup> à Hamburg-Hamburg (Allemagne).	4/59/B/163	Courroie type Balatros 7520 4 plis - chlorure de polyvinyle.

## XVI. — DIVERS

Date de la décision	Demandeur	N° de la décision	Observations
15-4-59	Société « S.P.I.T. », 31, avenue Brillat Savarin, Ixelles-Bruxelles.	4/59/B/177	Pistolet à tampons SPIT construit par la Société de Prospection et d'Inventions techniques à Bourg-lez-Valence (Dôme - France) - Plan M.G.M.E. A <sub>2</sub> 3300.
8-5-59	Turner Brothers Asbestos C° Ltd, 146, chaussée de Haecht, Bruxelles.	4/59/B/242	Courroie type Turner CBF 330/S/5 - 5 plis toile coton 33.0Z - P.V.C.
23-6-59	S.A. Kleber-Colombes, 295, av. Van Volxem, Bruxelles 19.	4/59/B/304	Courroie MZ.25 Nylcord 315 à base de néoprène - 5 plis.
8-7-59	Société Coopérative Prochar, 27, rue St-Jean, Anderlues.	4/59/B/326	Courroie Reflex 1800 R.S.2 - 3 plis en terrylène, revêtement en chlorure de polyvinyle fabriquée par Rubber Improvement Ltd à Wellingborough (Angleterre).
30-7-59	S.A. Carideng, Lanaken.	4/59/B/331	Courroie Carideng, marque INM/C.5 - 5 plis toile 850 g/m <sup>2</sup> . Matière : à base de néoprène.
31-7-59	S.P.R.L. Plasticom, 160, rue Antoine Bréart, Bruxelles 6.	4/59/B/359	Courroie Monopli - matière plastique Scandura à base de P.V.C. Marque INM/131 Scandura Gold Line Heavy Duty.
10-8-59	Trelleborgs Gummifabriks Aktiebolgg à Trelleborg (Suède).	4/59/B/358	Courroie : 4 plis toile de 32 onces. Matière : à base de néoprène. Marque : Trelleborg - antiflamme 4.Z.660-4/2+2.
8-10-59	S.C. Progrès Charbonnier, 27, rue St-Jean, Anderlues.	4/59/B/447	Courroie 5 plis Coton 32 oz. Matière à base de chlorure de polyvinyle. Marque Léonex V.12.12. Fabricant : Rubber Improvement Ltd à Wellingborough (Angleterre).
30-11-59	Ateliers Hevaco, 44/46, rue Nestor Falise, à Courcelles.	4/59/B/531	Rouleau métallique avec bagues en matière synthétique autolubrifiante pour convoyeur à bande - Plan 540.A.
31-12-59	S.A. Kleber-Colombes, 295, av. Van Volxem, Bruxelles 19.	4/59/B/549	Courroie Kleber-Colombes 315-1 - 5 plis coton - Revêtement à base de néoprène.