

I. GROUPE EXPLOSIFS ET MINAGE

I. AFDELING SPRINGSTOFFEN EN SCHIETBENODIGDHEDEN

E. DEMELENNE

Administrateur-Directeur.

Beheerder-Directeur

11. EXPLOSIFS

111. Recherche d'un nouvel explosif de sécurité.

1111. Introduction.

Les explosifs de sécurité utilisés en Belgique sont, à peu près exclusivement, des explosifs à « ions échangés » que le Règlement classe dans le type IV, ce qui signifie qu'ils doivent pouvoir être tirés, en galerie expérimentale, à des charges allant jusqu'à 2.200 grammes, dans le « mortier d'angle » dont la rainure latérale est située à 20 cm d'une paroi de choc verticale, sans enflammer le grisou ou les poussières charbonneuses.

Outre la nitroglycérine à raison de 9,5 %, ces explosifs comprennent essentiellement un mélange équimoléculaire de nitrate de potassium et de chlorure d'ammonium.

Après avoir soumis ces explosifs à de multiples épreuves pendant des années, tout en observant leur comportement dans la pratique courante, il nous est apparu que, malgré toutes leurs qualités, il était peut-être encore possible de les améliorer, notamment en ce qui concerne leur puissance et leur aptitude à la transmission de la détonation ainsi que la toxicité de leurs fumées de tir.

C'est pourquoi, dès 1963, notre service physico-chimique orienta ses recherches en fonction de ce but et ses travaux de laboratoire, qui sont relatés plus loin, permirent de conclure que l'enrichissement en chlorure ammonique, du mélange équimoléculaire $\text{KNO}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$, a pour effet :

- a) de diminuer la teneur en oxydes d'azote des gaz dégagés par la combustion ;
- b) de faire passer la pression de combustion par un maximum qui est atteint lorsque le mélange contient environ 1,5 mole de chlorure ammonique pour 1 mole de nitrate de potassium.

1112. Fabrication d'un nouvel explosif.

Suite à ces conclusions, nous avons estimé qu'il serait intéressant d'étudier le comportement d'un nouvel explosif ayant les mêmes constituants que l'explosif actuel à ions échangés « Charbrite 418 » mais dans lequel le mélange de sels, au lieu d'être

11. SPRINGSTOFFEN

111. Zoeken naar een nieuwe veiligheidsspringstof.

1111. Inleiding.

De in België gebruikte veiligheidsspringstoffen zijn bijna uitsluitend springstoffen met ionenuitwisseling, die krachtens het Reglement in type IV ingedeeld zijn, wat betekent dat zij in de proefgalerij in het « hoekmortier », waarvan de zijgleuf op 20 cm afstand van een verticale schokwand geplaatst is, in ladingen gaande tot 2.200 gram moeten kunnen afgevuurd worden zonder mijngas of kolenstof te doen ontvlammen.

Benevens 9,5 % nitroglycerine bevatten deze springstoffen hoofdzakelijk een equimoleculair mengsel van kaliumnitraat en ammoniumchloride.

Na deze springstoffen jarenlang aan talloze proeven te hebben onderworpen en hun gedraging in de praktijk te hebben waargenomen, zijn wij tot de mening gekomen dat zij ondanks al hun hoedanigheden, misschien nog voor verbeteringen vatbaar zijn, meer bepaald wat hun krachtvermogen, hun detonatie-overdragingsgeschiktheid en de giftigheid van de rookgassen betreft.

Daarom had onze fysico-chemische dienst al in 1963 zijn opzoeken op dat doel gericht. Het hierina beschreven laboratoriumwerk leidde tot de conclusie dat de verhoging van het ammoniumchloridegehalte van het $\text{KNO}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ -mengsel tot gevolg heeft :

- a) dat de verbrandingsgassen minder stikstofoxyden bevatten ;
- b) dat de verbrandingsdruk een maximum bereikt wanneer het mengsel ongeveer 1,5 mol ammoniumchloride tegen 1 mol kaliumnitraat bevat.

1112. Verwaardiging van een nieuwe springstof.

Op grond van deze conclusies hebben wij gedacht dat het belangwekkend zou zijn na te gaan hoe een nieuwe springstof zich zou gedragen die uit dezelfde elementen bestaat als de huidige springstof met ionenuitwisseling « Charbrite 418 », maar waarin het zoutmengsel niet equimoleculair is,

équimoléculaire, comporterait 1,5 mole de NH_4Cl pour une mole de KNO_3 .

Nous nous sommes donc adressés au Groupement des Explosifs Belges et la Société des Poudreries Réunies de Belgique, qui fabrique la « Charbrite 418 », nous a préparé quelques centaines de kilos de ce nouvel explosif que nous désignerons par la lettre « D ».

La composition de chacun de ces deux explosifs est donnée dans le tableau 1.

maar 1,5 mol NH_4Cl tegen 1 mol KNO_3 bevat.

Wij hebben ons tot de Groepering van Belgische Springstoffenfabrikanten gewend en de Société des Poudreries Réunies de Belgique, die « Charbrite 418 » vervaardigt, heeft voor ons een paar honderden kilogram van deze nieuwe springstof klaargemaakt, een springstof die wij met de letter D zullen aanduiden.

De samenstelling van beide springstoffen is in onderstaande tabel 1 aangeduid.

TABLEAU 1 — TABEL 1

Composition des explosifs « Charbrite » et « D ».
Samenstelling van de springstoffen « Charbrite »
en « D ».

Constituants Bestanddelen	Charbrite 418	Explosif « D » Springstof « D »
Nitroglycerine	9,50 %	9,50 %
KNO_3	58,25 %	49,50 %
NH_4Cl	30,00 %	38,75 %
Additifs		
Toevoegsels	2,25 %	2,25 %

La granulométrie des sels et les additifs sont les mêmes dans les deux explosifs. Ces deux facteurs ayant été longuement étudiés et mis au point par le fabricant, pour la « Charbrite 418 », nous ne les avons examinés que sommairement.

Il faut toutefois noter que ces deux facteurs ont une grande importance puisque c'est de la granulométrie des sels que dépend largement la sécurité au grisou et aux poussières charbonneuses et que les additifs ont pour but de protéger l'explosif contre l'humidité, son plus grand ennemi.

De korreldikte van de zouten en de toevoegsels zijn voor beide springstoffen dezelfde. Deze twee factoren hebben wij maar oppervlakkig onderzocht, omdat zij door de fabrikant lang bestudeerd en op punt gesteld waren.

Toch zijn zij van zeer groot belang ; het is immers van de korreldikte van de zouten dat de veiligheid ten aanzien van mijngas en kolenstof in ruime mate afhankelijk is ; anderzijds hebben de toevoegsels tot doel de springstof tegen de vochtigheid, haar grootste vijand, te beschermen.

1113. Comparaison des deux explosifs « Charbrite 418 » et « D ».

Les deux explosifs se présentent en cartouches de 100 grammes, de 30 mm de diamètre.

11131. Caractéristiques physiques.

Ces caractéristiques sont reprises dans le tableau 2.

11132. Sécurité.

De nombreux tirs en grisou et en poussières charbonneuses ont montré que le nouvel explosif « D » est aussi sûr que la « Charbrite 418 » et peut également être classé dans le type IV du règlement belge, c'est-à-dire qu'il n'enflamme ni le grisou, ni les poussières pour des charges allant jusqu'à 2.200

1113. Vergelijking tussen de twee springstoffen « Charbrite 418 » en « D ».

Beide springstoffen bestaan uit patronen van 100 gram van 30 mm doormeter.

11131. Fysische kenmerken.

Deze kenmerken zijn aangeduid in onderstaande tabel 2.

11132. Veiligheid.

Tallose schietproeven in een midden met mijngas en kolenstof uitgevoerd, hebben aangetoond dat de nieuwe springstof « D » even veilig is als « Charbrite 418 » en in type IV van het Belgische reglement mag ingedeeld worden, d.w.z. dat zij voor ladingen gaande tot 2.200 gram afgevuurd in een

TABLEAU 2 — TABEL 2

Caractéristiques physiques des explosifs « Charbrite » et « D ».
Fysische kenmerken van de springstoffen « Charbrite 418 » en « D ».

Caractéristiques — Kenmerken	Charbrite 418	D
Aptitude à la transmission de la détonation — Detonatie-overdragingsgeschiktheid		
a) à l'air libre — in de vrije lucht	≥ 13 cm	≥ 13 cm
b) en tube d'acier de 40 mm de diamètre — in een stalen buis van 40 mm diameter	≥ 3 cm	≥ 5 cm
Vitesse de détonation à l'air libre — Detonatiesnelheid in de vrije lucht	1.380 m/s	1.550 m/s
Puissance au bloc de Trauzl — Krachtvermogen in het blok van Trauzl	95 cm ³	125 cm ³
Brisance (Kast) — Brisance (Kast)	1,2 mm	1,5 mm
Pression en mortier de 40 mm de diamètre, lors du tir d'une cartouche de 100 g, sans bourrage — Druk in een mortier van 40 mm diameter tijdens het afvuren van een patroon van 100 gram, zonder opstopping	900 kg/cm ²	1.130 kg/cm ²
Tenue à l'eau — Gedraging onder water	bonne — goed	bonne — goed

grammes, tirées dans un « mortier d'angle » dont la rainure latérale est située à 20 cm d'une paroi de choc verticale.

11133. Toxicité des fumées de tir.

Malgré les difficultés bien connues que présente la détermination de la teneur en gaz toxiques des fumées de tir, nous avons cependant voulu donner, à titre indicatif, un aperçu de ce que nous avons fait dans ce domaine.

Les prélèvements de gaz ont été faits une minute au moins après le tir ; les fumées, qui étaient aspirées à l'aide d'une pompe Dräger, traversaient au préalable, soit un tube indicateur Dräger, soit un barboteur contenant de l'eau distillée.

L'oxyde d'azote a été dosé au moyen de tubes Dräger tandis que, pour l'acide chlorhydrique, on a utilisé les tubes Dräger et la titrimétrie.

111331. Tirs en galeries métalliques.

Des essais ont d'abord été faits dans une installation comportant un mortier avec fourneau de 32 mm de diamètre débouchant dans une petite chambre cylindrique fermée mais munie d'un clapet d'expansion. Cette chambre (environ 1 m³) est équipée d'un ventilateur permettant d'homogénéiser les fumées de tir. Pour chaque tir, la charge était constituée par une seule cartouche de 100 g.

Dans ces conditions expérimentales, on a observé une grande disparité des teneurs en gaz dans les fumées d'explosion et l'absence d'acide chlorhydrique.

« hoekmortier » waarvan de zijgleuf op 20 cm afstand van een verticale schokwand geplaatst is, noch mijngas, noch kolenstof doet ontvlammen.

11133. Giftigheid van de rookgassen.

Hoewel het bepalen van de concentratie van giftige gassen in de rookgassen moeilijkheden oplevert, hebben wij als aanwijzing toch een overzicht willen geven van wat wij op dat gebied gedaan hebben.

De gasmonsters werden ten minste één minuut na het afvuren genomen ; de rook, die met een Dräger-pomp opgezogen werd, ging eerst hetzij door een Drägerindicatiebuis, hetzij door een opslorpfles met gedistilleerd water.

Het stikstofoxyde werd door middel van Drägerbuizen gedoseerd ; voor het chloorwaterstofzuur hebben wij Drägerbuizen en de titreermetrie aangevend.

111331. Schietproeven in metalen galerijen.

Eerst werden proeven gedaan met een installatie bestaande uit een mortier met een gat van 32 mm diameter dat uitmondde in een cylindervormig kamertje dat gesloten maar van een expansieklep voorzien was. Dat kamertje (ongeveer 1 m³) was uitgerust met een ventilator, zodat de rookgassen homogeen konden gemaakt worden. Voor iedere schietproef bestond de lading uit één enkele patroon van 100 gram.

Onder die omstandigheden heeft men een grote verscheidenheid van gasconcentraties in de rook-

que. C'est pourquoi nous avons alors procédé à des tirs dans la galerie métallique de 1,60 m de diamètre, sans ventilation ni homogénéisation, afin d'éviter que l'acide chlorhydrique puisse se fixer sur la paroi métallique.

Pour ces tirs, on disposait une charge de 8 cartouches de 100 g dans un fourneau de 34 mm de diamètre et 1,90 m de longueur d'un mortier cylindrique débouchant dans la chambre d'explosion de ladite galerie.

Immédiatement après le tir, cette chambre de 5 m de longueur et 10 m³ de volume était fermée à son extrémité opposée au fond, en acier, au moyen d'une feuille de papier fort.

Au cours de ces essais, nous avons constaté :

- 1°) que la composition des fumées dans la chambre n'était pas homogène ;
- 2°) que la teneur en gaz des fumées en un endroit donné de la chambre était fortement influencée par les conditions atmosphériques du moment et particulièrement par l'intensité du vent qui provoquait une dilution plus ou moins grande.

Compte tenu de ces anomalies, les essais en galeries métalliques ont été abandonnés, mais ils ont été continués en galerie au rocher dans des conditions expérimentales similaires à celles de la pratique.

111332. Tirs en galerie au rocher.

Des tirs ont été effectués dans une galerie, en roches gréseuses, de 35 m de longueur, *en cul-de-sac et sans aucune ventilation*, dans les conditions expérimentales suivantes :

- section de la galerie : 5,50 m² ;
- charge d'explosif : 12 kg, en cartouches de 100 g dont l'enveloppe en papier était paraffinée ;
- nombre de trous de mine : 30 ;
- longueur des trous de mine : 1,10 m ;
- détonateurs : à retard de 35 millisecondes ;
- bourrage d'argile : 40 cm de longueur ;
- endroits des prélèvements de fumées : à 8 m du front de la galerie ;
- moment des prélèvements : à partir de 2 minutes 30 sec après le tir.

Ces essais ont permis de connaître la composition moyenne des fumées dégagées par l'explosif « D » : oxyde de carbone 270 ppm, oxyde d'azote 35 ppm, acide chlorhydrique moins de 10 ppm.

A remarquer qu'une souris blanche était placée dans les fumées lors de chaque prélèvement et qu'elle n'a souffert d'aucun malaise apparent. Rappelons que tous les prélèvements ont été faits dans une *galerie en cul-de-sac, sans ventilation*.

Nous avons également pu observer que la teneur en oxydes d'azote dans les fumées dégagées par l'explosif « D » est 3 à 4 fois plus faible que celle

gassen waargenomen, maar geen chloorwaterstofzuur aangetroffen. Daarom hebben wij ook schietproeven gedaan in een metalen galerij van 1,60 m diameter zonder ventilatie, noch homogenisatie, om te vermijden dat het chloorwaterstofzuur zich op de metalen wand zou neerzetten.

Voor deze proeven werd een lading van 8 patronen van 100 g in het gat van 34 mm diameter en 1,90 m lengte van een cilindervormig mortier gestopt, dat uitmondde in de ontploffingskamer van de galerij.

Onmiddellijk na het afvuren werd deze kamer van 5 m lengte en met een inhoud van 10 m³ aan het uiteinde tegenover de stalen bodem door middel van een blad stevig papier gesloten.

Tijdens deze proeven werd vastgesteld :

- 1°) dat de samenstelling van de rookgassen in de kamer niet homogeen was ;
- 2°) dat het gasgehalte van de rookgassen op een bepaalde plaats van de kamer sterk beïnvloed werd door de weersomstandigheden van dat ogenblik en bijzonder door de hevigheid van de wind die een grote of minder grote verdunning tot gevolg had.

Wegens deze anomalieën werden de proeven in de metalen galerij stopgezet, maar voortgezet in galerijen in het gesteente onder omstandigheden die veel gelijkenis vertoonden met die van de praktijk.

111332. Schietproeven in galerijen in het gesteente.

Wij hebben schietproeven gedaan in een doorlopende galerij van 35 m lengte in zandsteen, *zonder enige ventilatie*, onder de volgende omstandigheden.

- doorsnede van de galerij : 5,50 m² ;
- springstoflading : 12 kg in patronen van 100 g, waarvan het papieren omhulsel geparaffineerd was ;
- aantal mijngaten : 30 ;
- lengte van de mijngaten : 1,10 m ;
- slagpijpjes : met 35 milliseconden vertraging ;
- kleiopopping : 40 cm lengte ;
- plaatsen waar rookmonsters genomen werden : 8 m van het front van de galerij ;
- tijdstip waarop de monsters genomen werden : vanaf 2 minuten 30 na het afvuren.

Dank zij deze proeven kent men de gemiddelde samenstelling van de rookgassen van de springstof « D » : kooloxyde 270 ppm, stikstofoxyde 35 ppm, chloorwaterstofzuur minder dan 10 ppm.

Bij iedere monsterneming werd een witte muis in de rook geplaatst ; zij bleek aan niets te lijden. Let wel, alle monsters werden genomen in een *doorlopende galerij, zonder ventilatie*.

Wij hebben ook kunnen waarnemen dat het stikstofoxydegehalte van de rookgassen van de spring-

des fumées de la « Charbrite 418 », ce qui est en accord avec les conclusions de l'étude réalisée en laboratoire.

11134. Rendement des deux explosifs.

A l'occasion des tirs précités, ainsi que de plusieurs autres que nous avons faits dans des galeries de mines, il est apparu que les quantités de roches abattues étaient de l'ordre de 20 % plus importantes avec l'explosif « D » qu'avec la « Charbrite 418 ».

11135. Conclusion pratique.

Tous autres facteurs restant inchangés, le fait d'avoir remplacé dans l'explosif belge à ions échangés « Charbrite 418 », le mélange équimoléculaire KNO_3 - NH_4Cl par un mélange comportant 1,5 mole de NH_4Cl pour 1 mole de KNO_3 , a permis, sans diminuer la sécurité, d'obtenir un explosif présentant les avantages suivants :

- meilleures caractéristiques physiques et notamment une plus grande aptitude à la transmission de la détonation, ce qui réduit le risque de déflagration ;
- toxicité moindre des fumées de tir ;
- rendement énergétique plus grand.

112. Essais d'agrégation du nouvel explosif.

Le nouvel explosif « D », fabriqué par les Poudreries Réunies de Belgique, suivant la composition donnée au tableau 1 (§ 1112), a été soumis aux essais relatés ci-dessous. Ceux-ci, identiques à ceux que la Charbrite 418 avait subis en 1961 en vue de son agrégation, comportent non seulement les épreuves réglementaires belges, mais aussi les tests officiels allemands normalement appliqués par la station de Dortmund-Derne.

L'explosif se présente en cartouches de 100 g non gainées, dont l'enveloppe est en papier non paraffiné. Le diamètre des cartouches est de 30 mm et leur longueur, de 13 cm environ.

Les cartouches sont disposées en file, par lot de 25, dans un tube souple en matière plastique transparente, fermé à ses deux extrémités ; le tout est contenu dans un sac en matière plastique ligaturé.

1121. Epreuves officielles allemandes.

I. Tirs en galerie métallique.

L'amorçage a été réalisé au moyen de détonateurs antigrisouteux n° 8, et la mise à feu effectuée au moyen d'un exploseur, de sécurité intrinsèque.

La chambre d'explosion de la galerie était chauffée à 20° C au moins.

A) Tirs en grisou.

La teneur en méthane dans la chambre d'explosion était comprise entre 8 et 9,5 %.

stof « D » 3 of 4 maal kleiner is dan dat van de rookgassen van « Charbrite 418 », wat overeenstemt met de conclusies van de laboratoriumstudie.

11134. Rendement van beide springstoffen.

Voormelde schietproeven en verscheidene andere in mijngangen gedaan, hebben aangetoond dat met de springstof « D » nagenoeg 20 % meer stenen afgebouwd werden dan met « Charbrite 418 ».

11135. Praktische besluit.

Alle overige factoren ongewijzigd zijnde, heeft de vervanging van het equimoleculaire mengsel van KNO_3 en NH_4Cl in de Belgische springstof met ionenuitwisseling « Charbrite 418 » door een mengsel bestaande uit 1,5 mol NH_4Cl tegen 1 mol KNO_3 een springstof opgeleverd die met een even grote veiligheid de volgende voordelen biedt :

- betere fysische kenmerken en meer bepaald een grotere detonatieoverdragingsgeschiktheid, wat het gevaar voor deflagratie doet afnemen ;
- minder giftige rookgassen ;
- grotere energie.

112. Aannemingsproeven van de nieuwe springstof.

De nieuwe springstof « D » door de Poudreries Réunies de Belgique volgens de samenstelling aangeduid in tabel 1 (§ 1112) vervaardigd, werd aan de hierna beschreven proeven onderworpen.

Deze proeven zijn dezelfde als die waaraan « Charbrite 418 » in 1961 vóór zijn aanneming onderworpen werd ; zij behelzen niet alleen de Belgische reglementaire proeven, maar ook de officiële Duitse tests die in het proefstation van Dortmund-Derne normaal worden toegepast.

De springstof bestaat uit niet-ommantelde patronen met omhulsels van ongeparaffineerd papier. Zij hebben een diameter van 30 mm en een lengte van ongeveer 13 cm.

De patronen zitten in rijen van 25 in een soepele slang van doorschijnend plastic, die aan beide uiteinden gesloten is. Alles zit in een dichtgebonden plasticzak.

1121. Officiële Duitse proeven.

I. Schietproeven in een metalen galerij.

De patronen werden met mijngasveilige slagpijpen n° 8 aangezet en met een intrinsiekveilig toestel afgevuurd.

De ontploffingskamer van de galerij was tot ten minste 20° C verwarmd.

A) Schietproeven in mijngas.

Het mijngasgehalte in de ontploffingskamer was begrepen tussen 8 en 9,5 %.

1^o) Essais au bloc rainuré.

La rainure latérale, avec angle d'incidence de 90°, faisait face à une paroi de choc verticale. La distance de celle-ci à la rainure est désignée par « d » au tableau 3, qui donne les conditions des nombreux tirs effectués.

TABLEAU 3 — TABEL 3

Tirs au bloc rainuré.

Schietproeven met het gleufblok.

« d » en cm « d » in cm	Poids d'explosif en g Gewicht van de springstof in g	Nombre de tirs Aantal schietproeven
20	200	3
20	300	3
20	400	3
20	500	3
20	600	3
20	800	3
20	1.000	3
20	2.400	3
30	2.400	3

Aucun de ces tirs n'a donné lieu à l'inflammation du grisou.

2^o) Essais au mortier d'acier cylindrique.

Le fourneau du mortier d'acier cylindrique a 2 m de profondeur et 40 mm de diamètre. Des charges de différentes longueurs, placées au fond du fourneau, furent tirées avec amorçage antérieur et postérieur. Les tirs ont été sans bourrage; la longueur de l'espace libre entre la charge et l'orifice du fourneau a varié avec le nombre de cartouches (fig. 1). Les conditions de ces tirs sont données au tableau 4.

Aucun de ces tirs n'a donné lieu à l'inflammation du grisou.

1^o) Proeven met het gleufblok.

De zijgleuf, die een invalshoek van 90° had, was geplaatst tegenover een vertikale schokwand. De afstand tussen wand en gleuf is in tabel 3 door « d » aangeduid.

Geen enkele van deze proeven heeft het mijngas doen ontvlammen.

2^o) Proeven met het cilindervormige stalen mortier.

Het gat van het cilindervormige stalen mortier heeft een diepte van 2 m en een diameter van 40 mm. Tegen de bodem van het gat geplaatste ladingen van verschillende lengten werden met ontsteking langs vóór en langs achter afgevuurd. Er werd geschoten zonder opstopping; de lengte van de vrije ruimte tussen de lading en de mond van het mijngat veranderde volgens het aantal patronen (fig. 1). De schietomstandigheden zijn in tabel 4 aangeduid.

TABLEAU 4 — TABEL 4

Tirs au mortier long.

Schietproeven met lang mortier.

Amorçage postérieur — Ontsteking langs achter	
Poids d'explosif en g Gewicht van de springstof in g	Nombre de tirs Aantal schietproeven
300	2
500	2
700	2
900	2
1.200	2
1.400	2

Geen enkele van deze proeven heeft het mijngas doen ontvlammen.

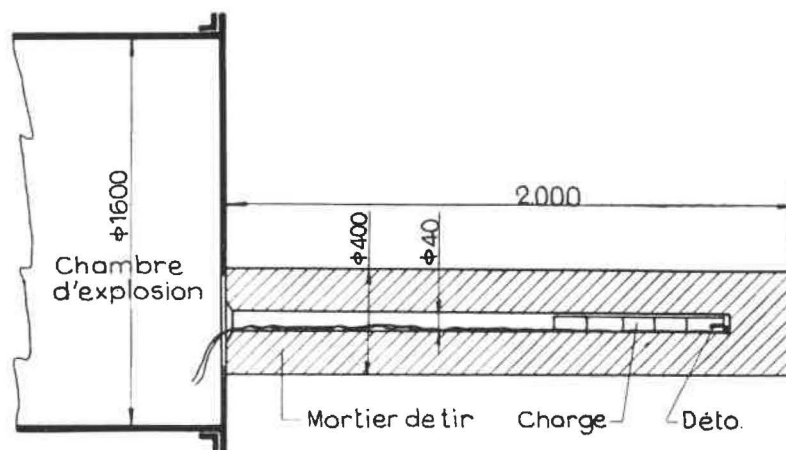


Fig. 1.

Chambre d'explosion : ontploffingskamer — Mortier de tir : mortier — Charge : lading — Déto : slagpijpje

3°) Essais au mortier cylindrique avec confinement des fumées.

Les essais ont été réalisés dans un mortier cylindrique dont le fourneau a 600 mm de profondeur et 55 mm de diamètre et sur lequel est fixé, coaxialement avec le fourneau, un tube en acier de 1.200 mm de longueur et 200 mm de diamètre (fig. 2 et fig. 3).



Fig. 2.

Dans la chambre d'explosion devant le tube précité et perpendiculairement à celui-ci, est placée à distance de 200 mm une plaque de choc en acier de 500 × 500 mm de surface et 20 mm d'épaisseur.

Des tirs de différentes charges ont été exécutés sans bourrage avec amorçage antérieur ou postérieur (tableau 5); la longueur de l'espace libre entre la charge et le fourneau variait avec le nombre de cartouches.

3°) Proeven met het cilindervormige mortier en met geleide uitzetting van de rookgassen.

De proeven werden gedaan met een cilindervormig mortier waarvan het gat een diepte van 600 mm en een diameter van 55 mm had en waarop, as in as met het gat, een stalen buis van 1.200 mm lengte en 200 mm diameter bevestigd was (fig. 2 en fig. 3).

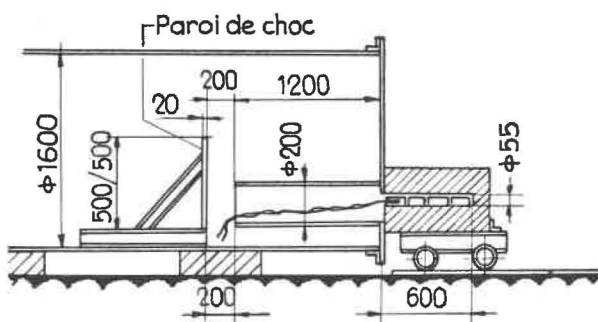


Fig. 3.

Paroi de choc : schokwand

In de ontloffingskamer wordt een stalen schokplaat van 500 × 500 mm en 20 mm dikte vóór en loodrecht op de hierboven vermelde buis op een afstand van 200 mm geplaatst.

Verschillende ladingen werden zonder opstopping, met ontsteking langs vóór of langs achter afgevuurd (tabel 5); de lengte van de vrije ruimte tussen de lading en de mond van het mijngat veranderde volgens het aantal patronen.

TABLEAU 5 — TABEL 5

Essais au mortier avec confinement des fumées.
Schietproeven van het mortier, met geleide uitzetting van de rookgassen.

Amorçage antérieur Ontsteking langs vóór		Amorçage postérieur Ontsteking langs achter	
Poids d'explosif en g Gewicht van de springstof in g	Nombre de tirs Aantal schietproeven	Poids d'explosif en g Gewicht van de springstof in g	Nombre de tirs Aantal schietproeven
100	2	100	2
200	2	200	2
300	2	300	2
400	2	400	2

Aucun de ces tirs n'a donné lieu à l'inflammation du grisou.

Geen enkele van deze proeven heeft het mijngas doen ontvlammen.

4°) Essais en charge suspendue.

Une botte de 12 cartouches est suspendue et tirée au milieu de la chambre d'explosion.

Deux essais ont été faits et il n'y a pas eu d'inflammation du mélange grisouteux.

B) Tirs en poussières charbonneuses.

Les poussières de charbon titrent 30 % de matières volatiles et traversent le tamis de 6.400 mailles/cm² ; elles sont dispersées dans la chambre d'explosion par le tir d'une demi-cartouche de 50 g d'explosif de sûreté, une seconde avant l'explosion de la charge à essayer.

1°) Essais au mortier d'acier cylindrique.

La poussière de charbon est disposée en un tas de 2 kg sur la sole de la chambre d'explosion. Le mortier d'acier cylindrique utilisé a un fourneau de 2 m de profondeur et 40 mm de diamètre. Des charges de différentes longueurs placées au fond du fourneau sont tirées avec amorçage postérieur (tableau 6).

Les tirs sont effectués sans bourrage ; la longueur de l'espace libre entre la charge et l'orifice du fourneau varie évidemment avec le nombre de cartouches.

4°) Proeven met hangende lading.

Een bundel van 12 patronen wordt in het midden van de ontploffingskamer opgehangen en afgevuurd.

Twee proeven werden gedaan ; het mijngasmengsel is niet ontvlamd.

B) Schietproeven in kolenstof.

Het kolenstof bevat 30 % vluchtige bestanddelen en gaat door een zeef met 6.400 mazen per cm² ; één seconde vóór de te beproeven lading tot ontploffing komt, wordt het stof door het afvuren van een halve patroon van 50 g veiligheidsspringstof in de ontploffingskamer verspreid.

1°) Proeven met het cilindervormige stalen mortier.

Twee kg kolenstof wordt op de bodem van de ontploffingskamer op een hoopje gegoten. Het gat van het gebruikte cilindervormige stalen mortier heeft een diepte van 2 m en een diameter van 40 mm.

Zo diep mogelijk in het gat geplaatste ladingen van verschillende lengten worden met ontsteking langs achter afgevuurd (tabel 6).

Er wordt geschoten zonder opstopping ; de lengte van de vrije ruimte tussen de lading en de mond van het mijngat verandert natuurlijk volgens het aantal patronen.

TABLEAU 6 — TABEL 6

*Tirs en poussières au mortier.
Schietproeven met het mortier in kolenstof.*

Amorçage postérieur — Ontsteking langs achter	
Poids d'explosif en g Gewicht van de springstof in g	Nombre de tirs Aantal schietproeven
300	2
600	2
900	2
1.200	2
1.400	2

Aucun de ces tirs n'a donné lieu à l'inflammation des poussières charbonneuses.

2°) Essais en charge suspendue.

Les poussières sont disposées en un tas de 2 kg sur un bloc rainuré.

Une botte de 12 cartouches est suspendue et tirée au milieu de la chambre d'explosion.

Deux essais ont été faits et n'ont pas donné lieu à l'inflammation des poussières charbonneuses.

Geen enkele van deze proeven heeft het kolenstof doen ontvlammen.

2°) Proeven met hangende lading.

Twee kg kolenstof wordt op een gleufblok op een hoopje gegoten. Een bundel van 12 patronen wordt in het midden van de ontploffingskamer opgehangen en afgevuurd.

Twee proeven werden gedaan ; het kolenstof is niet ontvlamd.

II. Puissance.

La puissance est déterminée par la méthode de Traulz. Elle consiste à faire détoner 10 g d'explosif sous bourrage de sable, au moyen d'un détonateur électrique instantané n° 8, dans une cavité ménagée dans l'axe d'un bloc de plomb cylindrique.

L'augmentation de volume de la cavité provoquée par la détonation est alors mesurée en cm^3 ; elle exprime la puissance de l'explosif. Pour l'explosif « D », cette valeur est de 125 cm^3 .

III. Vitesse de détonation.

La mesure de la vitesse de détonation est réalisée par la méthode de Dautriche. Celle-ci, d'ailleurs fort connue, a été décrite en détails dans le rapport sur les travaux de 1963 (Annales des Mines de Belgique 1964, n° 7/8 - § 116).

On a obtenu les résultats suivants :

- cartouches à l'air libre : 1.544 m/s ;
- cartouches sous confinement d'acier, c'est-à-dire en tuyau de $34 \times 70 \text{ mm}$ de diamètre : 1.590 m/s .

IV. Aptitude à la transmission de la détonation.

Nous avons procédé à la détermination de l'aptitude à la transmission de la détonation à l'air libre et en confinement d'acier.

Dans tous les cas, la cartouche initiatrice était amorcée au moyen d'un détonateur n° 8 et le plus grand intervalle « d » franchi par la détonation a été :

- a) de 15 cm à l'air libre ;
- b) de 5 cm dans un tube d'acier sans soudure DIN 2448/1629, de 50 cm de longueur, de 40 mm de diamètre intérieur et de 18 mm d'épaisseur de paroi.

V. Brisance.

L'essai de brisance est pratiqué suivant la méthode de Kast. Il consiste à faire détoner une cartouche industrielle de 100 g sur un piston d'acier qui écrase un crusher de cuivre calibré. Les valeurs séparées des écrasements trouvés sont en mm :

1,45, 1,47, 1,60, 1,47, 1,41.

VI. Tenue à l'eau.

Pour réaliser cet essai, on utilise une charge de 4 cartouches placées en file sur une latte de bois recouverte de feutre. La charge ainsi constituée est disposée horizontalement dans un récipient sous 20 cm d'eau. La première cartouche est munie d'un détonateur électrique instantané n° 8.

Pour s'assurer de la détonation complète de la charge d'explosif, on a recours à un cordeau déto-

II. Krachtvermogen.

Het krachtvermogen wordt volgens de methode van Traulz bepaald. Hiervoor wordt 10 g springstof in een in de as van een cilindervormig loden blok uitgespaarde holte onder zandopstopping met een elektrisch momentslagpijpje n° 8 tot ontploffing gebracht.

Vervolgens wordt de door de ontploffing veroorzaakte verruiming van de holte in cm^3 gemeten ; deze uitslag geeft het krachtvermogen van de springstof weer.

Voor de springstof « D » is dit 125 cm^3 .

III. Detonatiesnelheid.

De detonatiesnelheid wordt volgens de methode van Dautriche gemeten. Deze trouwens goed bekende methode is uitvoerig beschreven in ons verslag over de werkzaamheden van 1963 (Annalen der Minen van België 1964, nummers 7 en 8, § 116).

De volgende uitslagen werden bekomen :

- patronen in de vrije lucht : 1.544 m/s ;
- patronen onder stalen insluiting, d.w.z. in een buis met diameters van $34 \times 70 \text{ mm}$: 1.590 m/s .

IV. Detonatie-overdragingsgeschiktheid.

Wij hebben de detonatie-overdragingsgeschiktheid in de vrije lucht en onder stalen insluiting bepaald.

In al de gevallen werd de ontstekingspatroon door middel van een slagpijpje n° 8 aangezet ; de grootste afstand « d » die door de detonatie overbrugd werd bedroeg :

- a) 15 cm in de vrije lucht ;
- b) 5 cm in een naadloze stalen buis DIN 2448/1629 van 50 cm lengte, 40 cm binnendiameter en 18 mm wanddikte.

V. Brisance.

De brisanceproef wordt gedaan volgens de methode van Kast. Men laat een nijverheidspatroon van 100 g ontploffen op een stalen zuiger die een gekalibreerde koperen « crusher » platdrukt. De volgende afzonderlijke hoogteaftemingen werden bekomen :

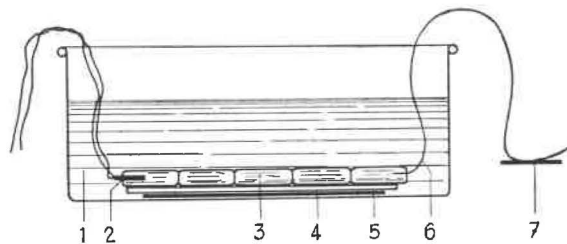
1,45, 1,47, 1,60, 1,47, 1,41.

VI. Gedraging onder water.

Voor deze proef gebruikt men een lading van vier patronen die in een rij op een met vilt beklede houten lat geplaatst zijn. De aldus gevormde lading wordt horizontaal in een kom 20 cm diep in water gelegd.

In de eerste patroon zit een elektrisch moment-slagpijpje n° 8. Om zich van de volledige ontploffing van de springstoflading te vergewissen, gebruikt

nant, dont une extrémité est introduite dans la dernière cartouche de la file et dont l'autre extrémité est placée sur une plaquette d'aluminium disposée à l'extérieur du récipient (fig. 4).



- 1) eau : water — 2) détonateur : slagpijpje — 3) charge 5 cartouches (500 g) avec enveloppes de papier entaillées : lading van 5 patronen met opengesneden omhulsels — 4) feutre : vilt — 5) baguettes d'acier : lat — 6) cordeau détonant (témoin) : slagkoord — 7) plaquette d'aluminium : aluminiumplaat

Fig. 4.

L'enveloppe de papier de chacune des cartouches est entaillée longitudinalement sur 2 cm de longueur et en 5 endroits différents répartis régulièrement. Ces entailles permettent le contact direct de l'eau avec la matière explosive.

Lors de la mise à feu qui fut faite après que l'explosif eut séjourné dans l'eau pendant 5 heures, la charge détona complètement.

1122. Epreuves officielles belges.

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

Essais au bloc rainuré.

La rainure latérale, avec angle d'incidence à 90°, fait face à une paroi de choc verticale. Nous désignons par « d », la distance de la rainure à la paroi de choc.

A. Tirs en grisou.

La teneur en méthane dans la chambre d'explosion chauffée est comprise entre 8 et 9,5 %.

- 1) d = 20 cm - 5 tirs de 2.200 g ;
- 2) d = 40 cm - 5 tirs de 2.400 g.

B. Tirs en poussières charbonneuses.

L'atmosphère inflammable dans la chambre d'explosion chauffée est réalisée au moyen de 2 kg de poussières de charbon titrant 30 % de matières volatiles et traversant le tamis de 6.400 mailles par centimètre carré, contenues dans un sac suspendu au milieu de la chambre et dispersées une seconde avant la mise à feu de la charge à l'essai par l'explosion d'une demi-cartouche d'explosif de sûreté.

- 1) d = 20 cm - 5 tirs de 2.200 g ;
- 2) d = 40 cm - 5 tirs de 2.400 g.

Résultats des tirs.

Aucun de ces tirs en grisou ou en poussières charbonneuses n'a donné lieu à inflammation.

men een slagkoord waarvan het ene uiteinde in de laatste patroon van de rij gestopt en het andere op een buiten de kom geplaatste aluminiumplaat gelegd wordt (fig. 4).

Het papieren omhulsel van iedere patroon wordt op vijf verschillende, regelmatig verdeelde plaatsen over een lengte van 2 cm in de lengterichting opengesneden, zodat het water rechtstreeks in aanraking komt met de springstof.

Nadat de springstof gedurende 5 uren in het water gelegen had, werd zij afgevuurd ; de lading ontplofte volledig.

1122. Officiële Belgische proeven.

Deze proeven zijn vastgesteld door het ministerieel besluit van 31 oktober 1958 betreffende de types van de springstoffen in de ondergrondse werken van mijnen, de voorwaarden waaronder zij worden toegelaten en de grensladingen per mijngat.

Proeven op het gleufblok.

De zijgleuf met een invalshoek van 90° bevindt zich tegenover een verticale schokwand. De afstand tussen de gleuf en de schokwand noemen wij « d ».

A. Schietproeven in mijngas.

Het methaangehalte in de verwarmde ontplofingskamer is begrepen tussen 8 en 9,5 %.

- 1) d = 20 cm - 5 schietproeven van 2.200 g ;
- 2) d = 40 cm - 5 schietproeven van 2.400 g.

B. Schietproeven in kolenstof.

Het ontvlambaar mengsel wordt in de verwarmde ontplofingskamer tot stand gebracht door 2 kg kolenstof met 30 % vluchtige bestanddelen, dat door een zeef met 6.400 mazen per vierkante centimeter gaat en in een in het midden van de kamer opgehangen zak zit, één seconde vóór het afvuren van de te beproeven lading door middel van een halve patroon veiligheidsspringstof te verspreiden.

- 1) d = 20 cm - 5 schietproeven van 2.200 g ;
- 2) d = 40 cm - 5 schietproeven van 2.400 g.

Uitslagen van de schietproeven.

Geen enkele van deze schietproeven in mijngas of in kolenstof heeft een ontvlamming veroorzaakt.

Conclusion.

L'explosif « D » répond aux exigences de la réglementation belge relatives aux explosifs du type IV.

113. Contrôle.

Selon un programme en vigueur depuis quelques années à l'I.N.M., des échantillons d'explosifs de sûreté prélevés, soit dans les charbonnages de différents bassins, soit dans les dépôts de vente des fabricants, ont été soumis aux diverses épreuves de contrôle dans la galerie métallique, avec chambre d'explosion chauffée, tant en présence de grisou que des poussières charbonneuses.

Vingt-quatre échantillons ont été ainsi contrôlés, à savoir :

- 15 de Charbrite 418,
- 4 d'Arionite,
- 5 de Nitrocooppalite V gainé.

Pour la plupart d'entre eux, nous avons aussi vérifié l'aptitude à la transmission de la détonation (à l'air libre et sous confinement), la vitesse de détonation et la brisance.

Nous avons également procédé, sur certaines cartouches, à des vérifications du poids, ainsi que des teneurs en nitroglycérine et en humidité de l'explosif.

1131. Constatations spéciales.

A la suite d'un raté général dans un tir en veine, des échantillons de l'explosif S.G.P. gainé en cause furent prélevés dans les dépôts des sièges de la société charbonnière intéressée. Il fut constaté que certaines cartouches ne présentaient plus aucune aptitude à la transmission de la détonation et que, parfois même, le détonateur n'en provoquait pas l'explosion.

Par ailleurs, l'analyse révéla que la teneur en nitroglycérine de l'explosif, qui à l'origine devait être de 10 %, n'était plus que de 3,73 %.

A la suite de ces constatations qui expliquaient bien l'incident de minage, la fabrication de l'explosif en question fut suspendue.

Après avoir constaté que la défaillance était due à la migration de la nitroglycérine de l'explosif dans la gaine plus ou moins poreuse en argile-ciment, il fut demandé au fabricant de ne plus placer l'explosif tel quel dans la gaine, mais de l'introduire dans celle-ci sous enveloppe en papier paraffiné.

Comme nous l'a montré l'examen d'un échantillon de cette nouvelle fabrication, la présence d'un papier paraffiné entre le noyau d'explosif et la gaine a fait rentrer les choses dans l'ordre ; en effet, 4 mois

Besluit.

De springstof « D » voldoet aan de vereisten van de Belgische reglementering met betrekking tot de springstoffen van type IV.

113. Contrôle.

In het raam van een programma dat sedert enkele jaren in het Nationaal Mijninstituut wordt uitgevoerd, werden in de kolenmijnen van de verschillende bekkens en in de verkoopopslagplaatsen van de fabrikanten monsters van veiligheidsspringstoffen genomen, die in de metalen galerij met verwarmde ontplofingskamer aan verschillende controleproeven werden onderworpen, zowel in aanwezigheid van mijngas als van kolenstof.

Aldus werden vierentwintig monsters gecontroleerd, nl. :

- 15 van Charbrite 418,
- 4 van Arionite,
- 5 van ommantelde Nitrocooppalite V.

Voor de meeste ervan hebben wij ook de detonatie-overdragingsgeschiktheid (in de vrije lucht en onder insluiting), de detonatiesnelheid en de brisance onderzocht.

Voor sommige patronen hebben wij ook het gewicht, het gehalte aan nitroglycerine en de vochtigheidsgraad van de springstof gecontroleerd.

1131. Speciale vaststellingen.

Naar aanleiding van een algemene weigering tijdens een schietverrichting in een kolenlaag, werden in de opslagplaatsen van de zetels van de betrokken kolenmijn monsters van de bewuste ommantelde SGP-springstof genomen.

Men stelde vast dat sommige patronen niet de minste detonatie-overdragingsgeschiktheid meer bezaten en dat soms zelfs het slagpijpje geen ontplofing veroorzaakte.

Bij de ontleding werd vastgesteld dat het gehalte aan nitroglycerine van de springstof, dat oorspronkelijk 10 % moest bedragen, maar 3,73 % meer bedroeg.

Ten gevolge van deze vaststellingen, die het schietincident gemakkelijk verklaarden, werd de fabricatie van die springstof stopgezet.

Nadat vastgesteld werd dat het falen van de springstof aan de opslorping van de nitroglycerine door de min of meer poreuze mantel van cementklei te wijten was, werd de fabrikant verzocht de springstof niet meer eenvoudig in de mantel te stoppen, maar ze eerst in geparaffineerd papier te wikkelen.

Uit het onderzoek van een monster van de nieuwe fabricatie is gebleken dat een geparaffineerd papier tussen de springstofkern en de mantel volstaat om het bewuste incident te vermijden ; vier maanden na de vervaardiging had de springstof immers nog

après sa fabrication, l'explosif avait toujours sa teneur initiale en nitroglycérine et ses caractéristiques physiques n'étaient pas modifiées.

114. Brisance et puissance des explosifs.

1141. Brisance des explosifs à ions échangés, au bloc de Hess.

Dans les rapports sur les travaux de l'IN.M. de 1960 et 1961, nous avons relaté les résultats obtenus en appliquant la méthode de Hess à divers explosifs belges.

Nous avons poursuivi cette étude en soumettant à cet essai l'explosif à ions échangés « Charbrite 418 » sous confinement acier de plus en plus étroit.

Le mode opératoire, qui diffère quelque peu de celui des années précédentes, est le suivant.

Un bloc de plomb de 65 mm de hauteur et 40 mm de diamètre est placé sur un socle rigide (fig. 5).

steeds haar oorspronkelijk gehalte aan nitroglycerine bewaard en waren haar fysische kenmerken niet veranderd.

114. Brisance en krachtvermogen van de springstoffen.

1141. Brisance van springstoffen met ionenuitwisseling op het blok van Hess.

In de verslagen over de werkzaamheden van het Nationaal Mijninstituut in 1960 en 1961 hebben wij beschreven welke uitslagen met de methode van Hess op verschillende Belgische springstoffen toegepast, bekomen werden.

Wij hebben die studie voortgezet en de springstof met ionenuitwisseling « Charbrite 418 » onder voortdurend nauwere stalen insluiting aan de proef onderworpen.

De werkwijze was enigszins anders dan de vorige jaren ; een loden blok van 65 mm hoogte en 40 mm

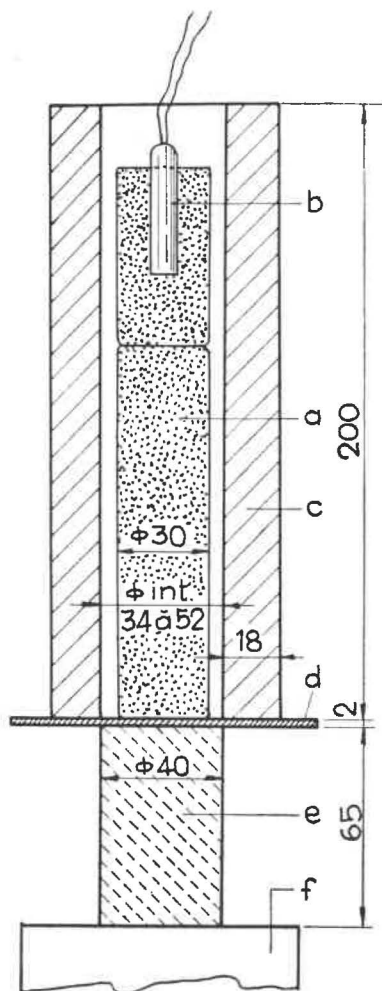


Fig. 5.

a) charge d'explosif 150 g : springstoflading 150 g —
 b) détonateur : slagpijpje — c) tube d'acier : stalen buis —
 d) disque d'acier : schijf — e) bloc de plomb : loden blok —
 f) socle rigide : vaste voet

Le bloc est surmonté d'une rondelle en acier de 2 mm d'épaisseur et 70 mm de diamètre, puis d'une cartouche industrielle d'explosif pesant 150 g ayant

diameter wordt op een vaste voet geplaatst (fig. 5).

Op het blok wordt een stalen plaatje van 2 mm dikte en 70 mm diameter gelegd en daarop een

un diamètre de 30 mm et amorcée par le haut au moyen d'un détonateur n° 8 engagé verticalement dans la charge. Celle-ci est ensuite entourée d'un tube d'acier de 200 mm de hauteur que l'on pose sur la rondelle précitée.

La mise à feu engendre une onde explosive qui écrase le bloc de plomb. Cet écrasement est déterminé au moyen d'une vis micrométrique à 0,1 mm près.

Nous avons employé des tubes d'acier de 18 mm d'épaisseur, mais de différents diamètres et nous avons obtenu les résultats repris au tableau 7 dans lequel est mentionné également l'écrasement observé lors de tirs à l'air libre, c'est-à-dire sans confinement.

industriële springstofpatroon van 150 g, met een diameter van 30 mm. De patroon wordt langs boven ontstoken met een slagpijpje n° 8 dat loodrecht in de lading zit. Rondom deze laatste wordt dan een stalen buis van 200 mm hoogte op voormeld plaatje geplaatst.

Bij het afvuren ontstaat een ontploffingsgolf die het loden blok platdrukt. Deze platdrukking wordt met een micrometerschroef tot op 0,1 mm nauwkeurig gemeten.

Wij hebben stalen buizen van 18 mm dikte, maar met verschillende diameters gebruikt en de hierna in tabel 7 aangeduide uitslagen bekomen. Ook de platdrukking bij schietproeven in de vrije lucht, d.w.z. zonder insluiting, bekomen, is in de tabel aangeduid.

TABLEAU 7 — TABEL 7

Brisance par la méthode de Hess : écrasement du bloc de plomb.
Brisance volgens de methode van Hess : platdrukking van het loden blok.

Air libre sans confinement Vrije lucht zonder insluiting	Sous confinement acier — Onder stalen insluiting			
	Tube de 52 mm de diamètre Buis met een dia- meter van 52 mm	Tube de 40 mm de diamètre Buis met een dia- meter van 40 mm	Tube de 36 mm de diamètre Buis met een dia- meter van 36 mm	Tube de 34 mm de diamètre Buis met een dia- meter van 34 mm
2 mm	25 mm	31 mm	37 mm	39 mm

1142. Mesure de la pression en fourneau.

Pour mesurer la pression développée dans un fourneau par l'explosion d'une charge, nous avons expérimenté le dispositif représenté à la figure 6.

Dans la paroi d'un mortier cylindrique en acier, on a foré radialement un trou de 12 mm de diamètre, qui d'un côté débouche au fond du fourneau et de l'autre est coiffé par un appareil de mesure de pression vissé dans la dite paroi.

Le fourneau a un diamètre de 40 mm et une longueur de 1,380 m. L'appareil de mesure de pression comporte une chambre cylindrique dans laquelle on place un piston surmonté d'un crusher en cuivre.

Lors de l'explosion d'une charge dans le fourneau, le piston est soumis à la pression des gaz et écrase le crusher contre la vis de fermeture de la chambre.

Il s'agit de « crushers » étalonnés pour lesquels des tables donnent l'effort correspondant à un écrasement donné. De la valeur de cet effort et du diamètre du piston, on déduit facilement la pression des gaz.

1142. Het meten van de druk in het mijngat.

Om de druk door de ontploffing van een lading in een mijngat veroorzaakt te meten hebben wij de in figuur 6 afgebeelde inrichting gebruikt.

In de wand van een cilindervormig stalen mortier wordt een radiaal gat van 12 mm diameter geboord dat achteraan in het mijngat uitmondt en aan het andere uiteinde voorzien is van een in de wand geschroefd apparaat om de druk te meten.

Het mijngat heeft een diameter van 40 mm en een lengte van 1,38 m. Het meetapparaat bestaat uit een cilindervormige kamer waarin een zuiger zit; boven deze zuiger wordt een koperen « crusher » geplaatst.

Wanneer in het mijngat een lading ontploft, drukken de gasen tegen de zuiger die de « crusher » tegen de afsluitschroef van de kamer platdrukt.

De gebruikte « crushers » zijn geijkt; de kracht die met een bepaalde platdrukking overeenkomt, vindt men in speciale tabellen. Het volstaat de grootte van deze kracht en de diameter van de zuiger te kennen, om de druk van de gasen te berekenen.

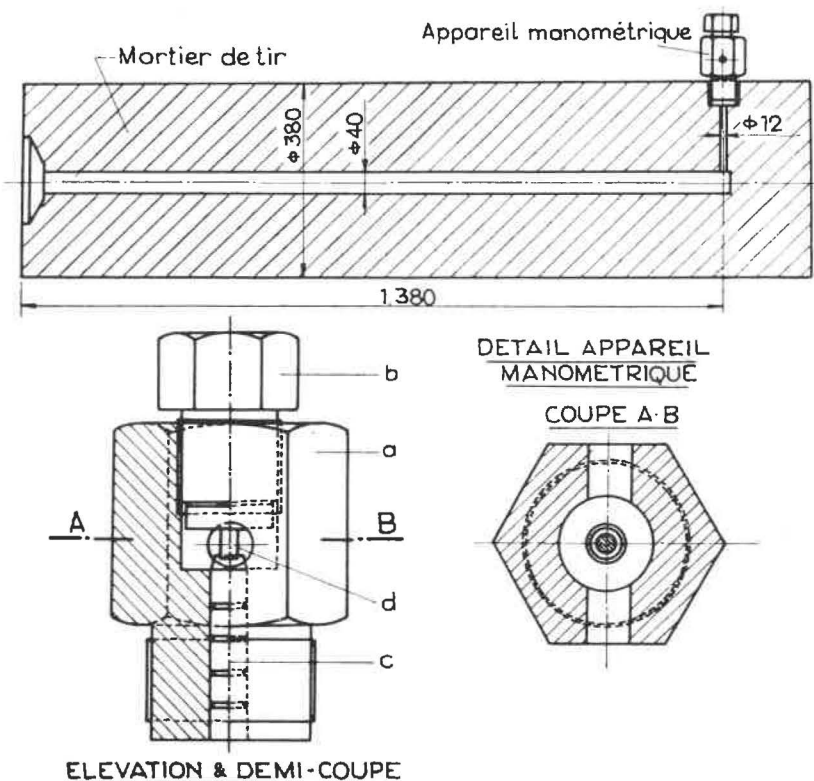


Fig. 6.

Mortier de tir: mortier — Appareil manométrique: drukmeter — Elévation et demi-coupe: schets en halve doorsnede — Détail appareil manométrique, coupe A B: detail drukmeter, doorsnede A-B — a) corps de l'appareil manométrique: lichaam van de drukmeter — b) vis de blocage: afsluitschroef — c) piston: zuiger — d) crusher

Nous avons opéré avec des charges de 50 g (1/2 cartouche) amorcées antérieurement, placées au fond du fourneau, avec et sans bourrage.

Nous avons essayé les explosifs figurant au tableau 8 avec leur composition respective.

De proeven werden gedaan met ladingen van 50 g (1/2 patroon) met ontsteking langs vóór, die zo diep mogelijk in het mijngat geplaatst waren, met en zonder opstopping.

De samenstellingen van de gebruikte springstoffen zijn in tabel 8 aangeduid.

TABLEAU 8 — TABEL 8

Composition des explosifs essayés — Samenstelling van de beproefde springstoffen.

Constituants — Samenstelling	Explosifs — Springstoffen		
	Charbrite 418	D	Nitrocoopalite V gainée Ommantelde Nitrocoopalite V
Nitroglycérine — Nitroglycerine	9,50	9,50	10,00
Nitrate de potasse — Kaliumnitraat	58,25	49,50	—
Nitrate de soude — Natriumnitraat	—	—	—
Chlorure ammonique — Ammoniumchloride	30,00	38,75	—
Nitrate d'ammoniaque — Ammoniumnitraat	—	—	60,00
Chlorure de sodium — Natriumchloride	—	—	23,00
Cellulose — Cellulose	1,60	—	7,00
Additifs — Toevoegsels	0,65	2,25	—
Diamètre — Diameter	30 mm	30 mm	26/36 mm

Résultats obtenus.

Les résultats moyens obtenus sont repris dans le tableau 9.

Bekomen uitslagen.

De gemiddelde uitslagen zijn aangeduid in tabel 9.

TABLEAU 9 — TABEL 9

Pression d'explosions en mortier de 40 mm — Ontploffingsdruk in een mortier van 40 mm.

Type de bourrage — Opstoppingstype	Explosifs — Springstoffen		
	Charbrite 418	D	Nitrocooppalite V gainée Ommantelde Nitro- cooppalite V
Sans bourrage — Zonder opstopping	417 kg/cm ²	560 kg/cm ²	671 kg/cm ²
Bourrage argile — Kleiopstopping	663 kg/cm ²	864 kg/cm ²	998 kg/cm ²

Nous avons alors opéré dans les mêmes conditions, mais avec un mortier dont le fourneau a 34 mm de diamètre et 560 mm de longueur, de façon à réaliser un confinement plus serré pour les cartouches de 30 mm de diamètre des deux explosifs à ions échangés (tableau 10).

Daarna hebben wij onder dezelfde omstandigheden, maar met een mortier met een gat van 34 mm diameter en 560 mm lengte gewerkt, zodat voor de 30 millimeter-patronen van de twee springstoffen met ionenuitwisseling een engere insluiting verwezenlijkt was (tabel 10).

TABLEAU 10 — TABEL 10

Pressions d'explosion en mortier de 34 mm :

Tirs sans bourrage.

Ontploffingsdruk in een mortier van 34 mm :

Schietproeven zonder opstopping.

Charbrite 418	« D »
Moyenne - Gemiddeld : 1.620 kg/cm ²	Moyenne - Gemiddeld : 1.914 kg/cm ²

1143. Conclusion.

Les résultats ci-dessus relatifs tant à l'écrasement du bloc de plomb qu'à la pression développée dans le fourneau lors de l'explosion des charges, montrent que, pour obtenir l'effet maximum des explosifs et tout particulièrement de ceux dits à ions échangés, il convient d'adapter au mieux le diamètre des trous de mine au diamètre des cartouches.

1143. Besluit.

Voormelde uitslagen aangaande de platdrukking van het loden blok en de druk tijdens de ontploffing van de ladingen in het mijngat ontwikkeld, tonen aan dat de diameter van de mijngaten zo goed mogelijk aan die van de patronen moet aangepast zijn, wil men de grootste uitwerking van de springstoffen, bijzonder van die met ionenuitwisseling, bekomen.

115. Emballage des cartouches d'explosifs à ions échangés dans une gaine souple en matière plastique.

Nous avons constaté que, pour conserver au mieux toutes ses qualités pendant le temps qui s'écoule entre sa fabrication et son utilisation, l'explosif à ions échangés doit être bien protégé contre l'humidité.

C'est ainsi que, depuis le début de 1964, ces explosifs sont livrés avec emballage des cartouches en sacs de matière plastique. Ce mode d'emballage, très efficace, comme dit dans notre rapport de 1963, marginal 1141, présente toutefois un inconvénient. En effet, en pratique courante, lors des chargements des trous de mine, les cartouches sont retirées du sac pour être introduites ensuite, sans protection cette fois, dans les fourneaux de mines souvent humides par suite du forage à l'eau.

Dans ce même rapport de 1963, marginal 1142, nous avons aussi examiné à différents points de vue l'emballage des cartouches dans une gaine souple en matière plastique et en avons signalé diverses qualités.

Au cours de l'année 1964, nous avons eu l'occasion de vérifier le pouvoir de conservation de l'explosif de la manière suivante.

Le 19 mars 1964, nous avons reçu un échantillon de « Charbrite 418 » fabriqué le 16 du même mois.

Les cartouches, non paraffinées, se trouvaient par botte de 25 dans un sac en matière plastique ligaturé, placé dans une boîte en carton, elle-même enveloppée d'un papier paraffiné.

Le 8 avril 1964, nous avons placé un certain nombre de ces cartouches, sous gaines souples en matière plastique simplement nouées à leurs extrémités, et emmagasiné cet échantillon dans le dépôt d'explosif d'un charbonnage.

Jusqu'au 10 août 1964, nous avons, chaque mois, dosé l'humidité de l'explosif de cet échantillon.

En outre, nous avons déterminé l'aptitude à la transmission de la détonation de ces cartouches.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 11. Ils montrent que la conservation de l'explosif est satisfaisante et même meilleure en gaine qu'en sac plastique.

115. Verpakking van springstoffen met ionenuitwisseling in soepele plasticslangen.

Wij hebben vastgesteld dat springstof met ionenuitwisseling goed tegen vochtigheid moet beschermd zijn, zo men al haar eigenschappen tijdens de periode tussen de vervaardiging en het gebruik zo goed mogelijk wenst te bewaren.

Daarom worden de patronen van deze springstof sedert het begin van 1964 in een verpakking van plasticzakjes geleverd. Zoals wij in ons verslag van 1963 onder het nummer 1141 geschreven hebben, is deze wijze van verpakking zeer doeltreffend, maar toch is er een nadeel aan verbonden. In de praktijk worden de patronen bij het laden van de mijngaten immers uit het zakje genomen en zonder bescherming in de mijngaten gestopt, die ten gevolge van het nat boren dikwijls vochtig zijn.

In ons verslag van 1963 hebben wij onder het nummer 1142 ook verschillende aspecten van de verpakking van patronen in soepele plasticslangen onderzocht en verschillende hoedanigheden van die verpakking aangehaald.

In de loop van 1964 hebben wij de gelegenheid gehad het bewaringsvermogen van de springstof als volgt te controleren.

Op 19 maart 1964 hadden wij een monster van « Charbrite 418 » ontvangen, dat de 16^e van die maand vervaardigd was.

De patronen waren niet geparaffineerd en zaten per bussel van 25 in een dichtgebonden plasticzak, die in een kartonnen doos zat welke zelf in geparaffineerd papier gewikkeld was.

Op 8 april 1964 hebben wij een zeker aantal van die patronen in soepele plasticslangen gestopt, waarvan de uiteinden gewoon dichtgeknoopt werden, en dit monster in het springstofmagazijn van een kolenmijn in bewaring gegeven.

Tot 10 augustus 1964 hebben wij iedere maand de vochtigheid van de springstof van dat monster gedoseerd.

Ook hebben wij de detonatie-overdragingsgeschiktheid van deze patronen bepaald.

De uitslagen zijn in tabel 11 aangeduid. Zij tonen aan dat de bewaring van de springstof bevredigend is en zelfs beter in plasticslangen dan in -zakjes.

TABLEAU 11 — TABEL 11

*Teneur en humidité de la Charbrite conservée sous gaine plastique.
Vochtigheidsgehalte van Charbrite 418 bewaard in plasticslangen.*

	8-4-64	11-5-64	6-6-64	14-7-64	10-8-64
Aptitude à la transmission de la détonation (sous confinement acier) — Detonatie-overdragingsgeschiktheid (onder stalen insluiting)	D = 3 cm				D = 3 cm
Dosage de l'humidité — Vochtigheids-dosering	0,18	0,20	0,20	0,26	0,32

C'est avec grand plaisir que je remercie M. POIVRE pour sa collaboration dévouée, active et efficace.

12. DETONATEURS

121. Agréation.

Des détonateurs électriques instantanés et à court-retard de numéros 1 à 5, de fabrication étrangère, nous ont été présentés en vue de leur agréation.

Ils n'ont pas donné satisfaction à l'épreuve de tir en atmosphère grisouteuse inflammable et n'ont pu être agréés.

122. Incident de minage : détonateurs ratés.

Dans un charbonnage, on a retrouvé, à plusieurs reprises, après tir, des détonateurs non explosés. Ceux-ci nous ont été remis pour examen. Ils étaient du type à court-retard n° 5. A l'ouverture de chacun d'eux, on a constaté que l'inflamateur avait brûlé sans amorcer la réaction dans le tube relais et, par conséquent, sans faire sauter la partie fulminante.

On peut en conclure que l'inflamateur n'était pas assez puissant, soit que la quantité de matière fut insuffisante, soit qu'elle ait été altérée par l'humidité qui aurait pénétré par le sertissage. L'examen de celui-ci n'a cependant pas confirmé cette dernière hypothèse.

13. MATERIEL DE MINAGE

131. Exploseur.

L'exploseur Sertra 3/50, agréé en 1954, sous les caractéristiques : 170 ohms - 1,25 ampère, a été modifié par le constructeur dans le sens d'une augmentation de puissance. La nouvelle réalisation peut maintenant être utilisée sur des circuits de tir dont la résistance peut atteindre 300 ohms.

14. ACCIDENT DE MINAGE

Dans un bouveau en creusement d'un charbonnage de la région de Charleroi, un bouveleur a été grièvement blessé au cours du forage d'un fourneau, par une explosion provoquée par cette opération. Le tir précédent, qui comportait 21 mines chargées de dynamite 3 et amorcées de détonateurs à long retard, avait laissé de nombreux culots vides.

A la suite de cet accident, 25 cartouches de dynamite, 20 détonateurs du type utilisé et l'exploseur employé nous ont été remis. Nous avons déterminé l'aptitude à la détonation de l'explosif tel qu'il a été reçu et après séjour dans l'eau pendant une demi-

Ik stel er prijs op de H. POIVRE te danken voor zijn toegewijde, actieve en doeltreffende medewerking.

12. SLAGPIJPJES

121. Aanneming.

In het buitenland vervaardigde elektrische moment- en tijds slagpijpjes met geringe vertraging van de nummers 1 tot 5 werden ons ter aanneming voorgesteld.

Zij voldeden niet aan de schietproeven in een ontvlambaar mijngashoudend midden en konden bijgevolg niet aangenomen worden.

122. Schietincident : weigerende slagpijpjes.

In een kolenmijn heeft men na het schieten herhaaldelijk niet-ontplofte slagpijpjes gevonden. Wij hebben ze onderzocht. Het waren tijds slagpijpjes met geringe vertraging n° 5. Bij het openmaken hebben wij vastgesteld dat de ontsteker gebrand had zonder de reactie in het verdragingsbuisje aan te zetten en dus zonder het knalkwik te doen springen.

Men kan hieruit afleiden dat de ontsteker niet krachtig genoeg was, hetzij omdat de hoeveelheid poeder te klein was, hetzij omdat het bedorven was door de vochtigheid die er door het gewurgde uiteinde ingedrongen was. Deze laatste veronderstelling werd bij het onderzoek van de wurging nochtans niet bevestigd.

13. SCHIETBENODIGDHEDEN

131. Afvuurtoestel.

De kracht van het afvuurtoestel Sertra 3/50, dat in 1954 met de volgende kenmerken aangenomen werd : 170 ohm - 1,25 ampère, werd door de fabrikant verhoogd. Het nieuwe toestel mag gebruikt worden op schietketens met een weerstand gaande tot 300 ohm.

14. SCHIETONGEVAL

In een kolenmijn van het bekken van Charleroi werd een steenhouwer tijdens het boren van een mijngat in een in aanleg zijnde steengang zwaar gekwetst door een ontploffing die door het boren veroorzaakt was. Van de voorgaande schietverrichting, die 21 mijnen geladen met dynamiet 3 en aanzet met slagpijpjes met veel vertraging omvatte, waren veel ledige pijpjes overgebleven.

Naar aanleiding van dit ongeval werden ons 25 dynamietpatronen, 20 slagpijpjes van het gebruikte type en het gebruikte afvuurtoestel overhandigd. Wij hebben de detonatie-overdragingsgeschiktheid van de springstof bepaald, eerst zoals wij deze ontvatten hadden, vervolgens nadat zij een half uur

heure et pendant 3 heures. Cette aptitude était de 5 cm et pouvait être considérée comme satisfaisante.

Quant aux détonateurs, ils ont révélé une résistance électrique, une sensibilité et une puissance normales.

Aux essais, nous avons constaté également que la puissance de l'exploseur était suffisante.

Je remercie M. CYPRES pour son dévouement et son entière collaboration.

lang en drie uren lang in water had gelegen. De geschiktheid bedroeg 5 cm, wat als normaal mag beschouwd worden.

De slagpijpjes bleken een normale gevoeligheid, kracht en elektrische weerstand te bezitten.

Het afvuurtoestel bleek tijdens de proeven ook krachtig genoeg te zijn.

Ik dank de H. CYPRES voor zijn toegewijde medewerking.

2. GROUPE PHYSICO-CHIMIE

2. AFDELING FYSICO-CHEMIE

G. NENQUIN

Docteur en Sciences.

Doctor in de Wetenschappen.

21. CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DES EXPLOSIFS DE SECURITE

211. Technique expérimentale.

La réaction entre le chlorure ammonique et le nitrate de potassium est amorcée en chauffant le mélange préalablement introduit dans une bombe contenant de l'azote sous une pression de 33 kg/cm².

Lorsqu'on chauffe sous confinement une quantité déterminée, 2 g par exemple, du mélange KNO₃ - NH₄Cl, on observe que la pression enregistrée s'élève brusquement lorsque les parois de la bombe atteignent une température X.

Cette augmentation brusque de pression « ΔP » représentée à la figure 7 par la courbe AB est due à la combustion vive du mélange.

21. BIJDRAGE TER VERBETERING VAN VEILIGHEIDSSPRINGSTOFFEN

211. Proeftechniek.

De reactie tussen ammoniumchloride en kaliumnitraat wordt aangezet door het mengsel, dat vooraf in een met stikstof onder een druk van 33 kg/cm² gevulde bom gestopt werd, te verwarmen.

Wanneer men een bepaalde hoeveelheid, b.v. 2 g van het KNO₃ - NH₄Cl-mengsel onder insluiting verwarmt, stelt men vast dat de geregistreeerde druk plots stijgt wanneer de wanden van de bom een temperatuur X bereiken.

Deze plotse drukstijging « ΔP » in figuur 7 door de curve AB voorgesteld, is aan de levendige verbranding van het mengsel toe te schrijven.

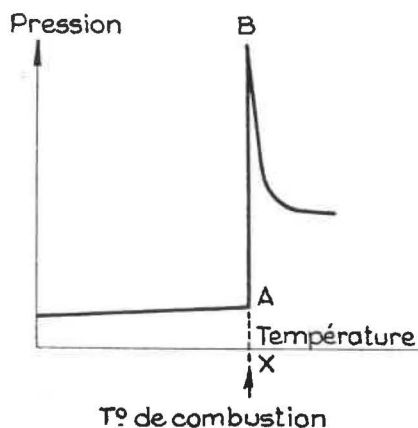


Fig. 7.

Pression : druk — T° de combustion : verbrandingstemperatuur