

## I. GROUPE EXPLOSIFS ET MINAGE

## I. AFDELING SPRINGSTOFFEN EN SCHIETBENODIGDHEDEN

## E. DEMELENNE,

Administrateur-Directeur.

Beheerder-Directeur.

## 11. EXPLOSIFS

## 110. Agréation.

## 1101. Explosifs du type IV.

## 11011. Arionite.

L'explosif à ions échangés Arionite, fabriqué par la Société Anonyme d'Arendonck, a subi de légères modifications de composition et a donc été soumis aux épreuves fixées par l'arrêté ministériel du 31 octobre 1958 relatif aux types, aux conditions d'agréation et aux charges limites par fourneau des explosifs destinés aux travaux souterrains des mines.

Les modifications apportées apparaissent au tableau 1.

TABLEAU 1

Composition de l'Arionite.

Composants	Ancienne formule	Nouvelle formule
Nitroglycérine	10	—
Nitroglycérine + nitroglycol	—	9,94
Nitrocellulose	—	0,06
Nitrate de sodium	55,20	54,60
Chlorure ammonique	34,10	34,40
Guhr	—	1,00
Guar en farine	0,50	—
Colorant inerte	0,20	—
Vert de phtalocyanine	—	0,004

Nous avons procédé aux tirs réglementaires en grisou et en poussières charbonneuses dans la galerie métallique dont la chambre d'explosion était chauffée à environ 20° C. Ces tirs sont effectués au bloc d'acier à rainure latérale, faisant face, avec un angle d'incidence de 90°, à la paroi de choc verticale distante de 20 ou de 40 cm. Ils sont rassemblés au tableau 2. Aucun n'a donné lieu à l'inflammation du grisou ou des poussières.

L'Arionite, répondant à la nouvelle formule, a donc été agréée.

## 11. SPRINGSTOFFEN

## 110. Aanneming.

## 1101. Springstoffen van type IV

## 11011. Arionite.

De samenstelling van de springstof met ionenuitwisseling Arionite, door de N.V. « Société anonyme d'Arendonck » vervaardigd, had lichte wijzigingen ondergaan, zodat deze springstof opnieuw moest onderworpen worden aan de proeven vastgesteld bij ministerieel besluit van 31 oktober 1958 betreffende de types van springstoffen in de ondergrondse werken van mijnen, de voorwaarden waaronder zij worden toegelaten en de grensladingen per mijngat.

De aangebrachte wijzigingen zijn in tabel 1 aangeduid.

TABEL 1

Samenstelling van Arionite.

Bestanddelen	Oude formule	Nieuwe formule
Nitroglycerine	10	—
Nitroglycerine + nitroglycol	—	9,94
Nitrokatoen	—	0,06
Natriumnitraat	55,20	54,60
Ammoniumchloride	34,10	34,40
Kieselguhr	—	1,00
Guarmeel	0,50	—
Inerte kleurstof	0,20	—
Ftalocyaninegroen	—	0,004

De reglementaire schietproeven in een midden met mijngas en met kolenstof werden uitgevoerd in de metalen galerij waarvan de ontploffingskamer tot ongeveer 20° C verwarmd was. Deze proeven werden uitgevoerd in het stalen blok met zijgleuf, dat met een invalshoek van 90° op 20 of op 40 cm afstand van de loodrechte schokwand geplaatst is. Zij zijn aangeduid in tabel 2. Geen enkele ontvlaming van mijngas of kolenstof heeft zich voorgedaan.

Arionite van de nieuwe formule werd bijgevolg aangenomen.

**TABLEAU 2**  
*Essais de l'Arionite.*

	Tirs au bloc d'acier à rainure latérale			
	en grisou		en poussières	
Distance de la rainure à la paroi latérale en cm	20	40	20	40
Charge en grammes	2.200	2.400	2.200	2.400
Nombre de tirs	5	5	5	5

**TABEL 2**  
*Schietproeven met Arionite.*

	Schietproeven in het stalen blok met zijgleuf			
	in mijngas		in kolenstof	
Afstand tussen de gleuf en de zijwand (cm)	20	40	20	40
Lading (gram)	2.200	2.400	2.200	2.400
Aantal schietproeven	5	5	5	5

#### 11012. Charbrite.

La Charbrite a subi une modification de présentation en ce sens qu'elle est maintenant colorée par addition de 5 g de bleu de méthylène par 300 kg d'explosif. Cette addition ne modifie en rien ses propriétés.

#### 1102. Explosif du type III.

Les explosifs S.G.P. gainés (type III dans la classification actuelle) ont été les seuls explosifs de sûreté utilisés dans les mines depuis l'invention de la gaine Lemaire jusqu'à ces dernières années. Actuellement, ils ont été pratiquement remplacés par les explosifs à ions échangés (type IV) dont la sécurité est basée sur le fait que la réaction d'explosion a lieu en deux phases, la deuxième ne se produisant qu'en confinement.

Du fait de cette réaction en deux temps, ces explosifs sont caractérisés par une brisance assez bien plus faible et conviennent par conséquent moins bien que les premiers pour les tirs d'ébranlement en charbon à effectuer dans les mines à dégagements instantanés de grisou.

Au début de l'année 1963, la S.A. La Sabulite Belge, qui était la dernière à fabriquer un explosif du type III, a cessé ses activités.

Pour satisfaire aux besoins des mines de la 3<sup>me</sup> catégorie, la S.A. Cooppal et Cie a repris la fabri-

#### 11012. Charbrite.

Charbrite heeft een nieuw voorkomen gekregen. Deze springstof is nu gekleurd door toevoeging van 5 g methyleenblauw per 300 kg springstof. Deze toevoeging verandert niets aan de eigenschappen.

#### 1102. Springstof van type III.

Tot vóór enkele jaren waren ommantelde S.G.P. springstoffen (type III van de huidige indeling) de enige veiligheidsspringstoffen die sedert de uitvinding van de huls Lemaire in mijnen gebruikt werden. Thans zijn zij praktisch vervangen door de springstoffen met ionenuitwisseling (type IV), waarvan de veiligheid berust op het feit dat de ontploffingsreactie in twee fasen gebeurt, waarvan de tweede zich enkel onder insluiting voordoet.

Deze reactie in twee tijden heeft tot gevolg dat de brisantie van deze springstoffen tamelijk veel kleiner is dan die van de vorige en dat zij dus minder geschikt zijn voor schokschietwerk, dat in mijnen met mijngasuitbarstingen moet verricht worden.

Begin 1963 heeft de N.V. « La Sabulite Belge », de enige fabriek die nog een springstof van type III fabriceerde, haar bedrijvigheid stilgelegd.

Om in de behoeften van de mijnen van de 3<sup>e</sup> categorie te voorzien, is de N.V. « Cooppal & C<sup>o</sup> » opnieuw met de fabricage van Nitrocooppalite V, een springstof van type III die in 1958 aangenomen werd, begonnen.

cation de la Nitrocooppalite V, explosif du type III agréé en 1958.

Toutefois, étant donné la longue interruption dans la fabrication de cet explosif, un nouvel échantillon a été soumis aux épreuves d'agrément fixées par l'arrêté ministériel du 31 octobre 1958, et cela avant toute livraison aux consommateurs.

Les résultats ont été satisfaisants.

Rappelons que les cartouches de Nitrocooppalite V présentent un noyau explosif de composition

Nitroglycérine	10 %
Farine de bois	7 %
Chlorure de sodium	23 %
Nitrate ammoniac	60 %

et de diamètre égal à 26 mm, entouré d'une gaine tubulaire de 5 mm d'épaisseur composée de

terre plastique	84 %
ciment alumineux	16 %

### 111. Contrôle.

Des échantillons d'explosifs de sûreté prélevés, soit dans des charbonnages de différents bassins par l'Administration des Mines, soit par les soins de l'I.N.M. dans les dépôts de vente des fabricants, ont été soumis aux épreuves de contrôle dans la galerie métallique tant en présence de grisou que de poussières charbonneuses.

Certains d'entre eux ont subi des vérifications de leur aptitude à la transmission de la détonation (à l'air libre et sous confinement), de leur vitesse de détonation, de leur brisance, ainsi que de leurs caractéristiques de conditionnement.

Trente-quatre échantillons ont été ainsi contrôlés, à savoir 15 de Charbrite 418, 15 d'Arionite et 4 de Nitrocooppalite V.

Deux déficiences, l'une d'un explosif du type III et l'autre d'un explosif du type IV, ont été constatées. L'I.N.M. est intervenu aussitôt et tout est rapidement rentré dans l'ordre.

Parallèlement au contrôle exercé à l'I.N.M., les Poudreries Réunies de Belgique ont appliqué, sous la surveillance du Service des Explosifs de l'Administration des Mines, un programme de contrôle mentionné dans le Rapport sur les travaux de 1962 (marginal 1143).

De cette façon, l'explosif fait l'objet d'une sérieuse vérification afin de dépister toute imperfection grave avant mise en œuvre du produit.

### 112. Transmission de la détonation.

#### 1121. Méthode de détermination de l'aptitude d'un explosif du type IV à la transmission de la détonation.

Normalement, on admet que les explosifs des types III et IV, dans leur conditionnement pour l'emploi, doivent posséder une aptitude à la transmission de la détonation d'au moins 3 cm.

Maar wegens de lange onderbreking van de fabriecage werd een nieuw monster van deze springstof, vóór enige levering aan de verbruikers, aan de aannemingsproeven voorgeschreven bij ministerieel besluit van 31 oktober 1958, onderworpen.

De resultaten waren bevredigend.

Men weet dat patronen van Nitrocooppalite V een ontploffende kern van 26 mm doormeter hebben, bestaande uit :

Nitroglycerine	10 %
Houtmeel	7 %
Natriumchloride	23 %
Ammoniumnitraat	60 %

die zit in een buisvormige huls van 5 mm dikte, bestaande uit :

plastische aarde	84 %
aluminiumoxyde-bevattend cement	16 %

### 111. Controle.

Monsters van veiligheidsspringstoffen, hetzij door de Administratie van het Mijnwezen in kolenmijnen van verschillende bekkens, hetzij door toedoen van het N.M.I. in de opslagplaatsen van de fabrikanten genomen, werden aan de controleproeven in de metalen galerij onderworpen, zowel in een midden met mijngas als in een midden met kolenstof.

Voor sommige monsters werd de detonatie-overdragingsgeschiktheid in de vrije lucht en onder insluiting gecontroleerd, alsook de detonatiesnelheid, de brisantie en de conditionering.

Vierendertig monsters werden onderzocht, nl. 15 van Charbrite 418, 15 van Arionite en 4 van Nitrocooppalite V.

Twee tekortkomingen werden vastgesteld, één bij een springstof van type III en één bij een springstof van type IV. Het N.M.I. heeft aanstonds ingegrepen en spoedig is alles terug in orde gekomen.

Naast de controle van het N.M.I. hebben de « Poudreries Réunies de Belgique », onder het toezicht van de Dienst der Springstoffen van de Administratie van het Mijnwezen, een controleprogramma toegepast, waarvan melding gemaakt wordt in het Activiteitsverslag over het jaar 1962 (randnummer 1143).

Zodoende worden de springstoffen ernstig nagezien om iedere zware onvolmaaktheid vóór het gebruik van het produkt op te sporen.

### 112. Detonatie-overdraging.

#### 1121. Methode voor het bepalen van de detonatie-overdragingsgeschiktheid van een springstof van type IV.

Normaal wordt aangenomen dat springstoffen van de types III en IV, in gebruiksconditionering, een detonatie-overdragingsgeschiktheid van ten minste 3 cm moeten bezitten.



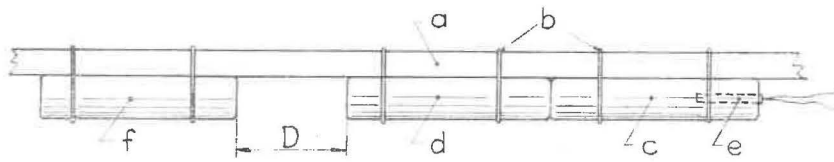


Fig. 1.

Transmission de la détonation à l'air.

Fig. 1.

Detonatie-overdraging in de vrije lucht.

a : baguette de suspension - draaglat — b : ligatures - verbindingen — c, d : cartouches initiatrices - ontstekingspatronen — e : détonateur - slagpijpe — f : cartouche réceptrice - ontvangstpatroon

L'essai normalisé suivant NBN 216-12 se pratique à l'air libre. La cartouche réceptrice est suspendue à la même baguette en bois que les deux cartouches initiatrices, et dans le prolongement mais à une certaine distance  $D$  de ces dernières (fig. 1).

L'aptitude à la transmission de la détonation est représentée par l'écart  $D$  le plus grand qui donne 5 départs de la cartouche réceptrice sur 5 essais.

Cette méthode appliquée aux explosifs des types I, II et III donne entière satisfaction.

Par contre, pour les explosifs du type IV, elle conduit à des résultats tellement dispersés qu'ils perdent toute signification.

Pour la détermination de l'aptitude à la transmission de ces explosifs, dont la nitroglycérine seule explose lorsqu'ils sont tirés à l'air libre, il était nécessaire de mettre au point une méthode de tir sous un confinement déclenchant les réactions secondaires entre nitrate et chlorure comme dans un tir réel.

C'est ainsi que, dès 1961, nous avons été amenés à expérimenter des épreuves sous divers confinements, à savoir :

- en mortier d'acier, dont le fourneau de 40 mm de diamètre est ouvert aux deux extrémités ;
- en tube réalisé en un mélange de charbon et de ciment dans le rapport de 2 à 1, de diamètres 40 - 150 mm, et de 50 cm de longueur ;
- en tube rigide en matière plastique de diamètres 40-46 mm ;
- en tube d'acétate de cellulose de 0,6 mm d'épaisseur, réalisé au moyen d'une feuille pesant 325 g/m<sup>2</sup>, enroulée au diamètre de 37 mm.

Dans chaque cas, la cartouche initiatrice et la cartouche réceptrice sont glissées dans le fourneau ou le tube en laissant entre elles un écart  $D$  bien déterminé. Elles contiennent, enfoncés axialement, la première le détonateur et la seconde, l'extrémité d'un cordeau détonant. Celui-ci sort du tube et aboutit sur une plaquette en plomb ou en aluminium. Les extrémités du tube sont fermées par un bourrage de 50 mm d'argile.

Lorsque la détonation de la cartouche initiatrice entraîne celle de la cartouche réceptrice, le cordeau détonant explose et laisse une trace imprimée sur la plaque-témoin.

De volgens NBN 216-12 genormaliseerde proef wordt uitgevoerd in de vrije lucht. De ontvangstpatroon wordt aan dezelfde houten lat als de twee ontstekingspatronen, in dezelfde rij maar op een bepaalde afstand  $D$  van deze laatste vastgemaakt (zie fig. 1).

De detonatie-overdragingsgeschiktheid wordt aangeduid door de grootste afstand  $D$  die op vijf proeven 5 ontploffingen van de ontvangstpatroon geeft.

Op springstoffen van de types I, II en III toegepast, geeft deze methode volledige voldoening.

Voor springstoffen van type IV daarentegen zijn de uitslagen zo uiteenlopend dat zij alle betekenis verliezen.

Om de detonatie-overdragingsgeschiktheid van deze springstoffen, waarvan alleen de nitroglycerine bij het afschieten in de vrije lucht ontploft, te bepalen, moest een methode voor schietproeven onder zo'n insluiting uitgewerkt worden, dat de secundaire reacties tussen nitraat en chloride zich voordoen zoals bij echt schietwerk.

Daarom hebben wij sedert 1961 proeven onder verschillende insluitingen gedaan, nl.

- in het stalen mortier, waarvan het gat van 40 mm doormeter aan beide uiteinden open is ;
- in een buis vervaardigd uit een mengsel van twee delen kolen en één deel cement, die een binnendoormeter van 40 mm en een wanddikte van 55 mm heeft, en die 50 cm lang is ;
- in een stijve buis van kunststof met een binnendoormeter van 40 en een wanddikte van 3 mm ;
- in een buis van celluloseacetaat van 0,6 mm dikte gemaakt uit een blad van 325 g/m<sup>2</sup>, dat tot een doormeter van 37 mm is opgerold.

De ontvangstpatroon en de ontstekingspatroon worden telkens in het gat of in de buis geschoven met een wel bepaalde afstand  $D$  tussen beide. In de as van de ontstekingspatroon zit het slagpijpe en in de ontvangstpatroon een eind slagkoord. Dit laatste komt uit de buis en eindigt op een plaatje van lood of aluminium. De twee uiteinden van de buis zijn gesloten met een kleiopstopping van 50 mm.

Wanneer door de detonatie van de ontstekingspatroon ook de ontvangstpatroon detoneert, ontploft de slagkoord, wat op de proefplaat een spoor nalaat.



Les deux derniers procédés n'ont pas été retenus parce que l'un donne des résultats trop dispersés et l'autre des valeurs manifestement trop faibles.

Quant aux deux premières méthodes, elles conduisent à des résultats du même ordre de grandeur et représentent bien le tir en fourneau de mine. Elles ne sont cependant pas sans inconvénients. Le fourneau du mortier se corrode, s'élargit et les conditions expérimentales se modifient ainsi petit à petit. Les tubes charbon-ciment ne servent qu'une fois et demandent par conséquent une installation de fabrication et de séchage de ces tubes.

C'est ainsi que nous avons été amenés à utiliser des tubes d'acier sans soudure de 18 mm d'épaisseur de paroi et de diamètre intérieur 34 ou 40 mm. Ces tubes résistent à l'explosion d'une charge d'explosif à ions échangés de 400 g au moins.

La disposition pour le tube d'acier de 40 mm de diamètre intérieur est représentée à la figure 2.

Finalement, notre choix s'est arrêté sur le tube de 40 mm de diamètre intérieur, qui donne les résultats les plus proches du tube charbon-ciment. En effet, on a obtenu pour un même explosif les distances suivantes donnant 6 transmissions successives :

au tube charbon-ciment 2/1	6 cm
au mortier d'acier corrodé de diamètre 40 mm	8 cm
au tube de 34 mm de diamètre intérieur	4 cm
au tube de 40 mm de diamètre intérieur	6 cm

La conformité des résultats obtenus au tube charbon-ciment et au tube d'acier de 40 mm de diamètre a été confirmée par 214 essais comparatifs comme on peut le constater au tableau 3.

A remarquer que chaque distance indiquée est la plus grande qui a donné 6 départs consécutifs de la cartouche réceptrice.

TABLEAU 3

Aptitude à la transmission de la détonation.

Explosifs	Date	Aptitude au	
		tube charbon-ciment en cm	au tube d'acier de 40 mm en cm
Arionite	12-12-63	6	7
Arionite (autre échantillon)	id.	8	8
Charbrite	11-9-63	6	6
	20-10-63	3	3
	30-11-63	4	4
	5-12-63	2	2
	17-12-63	6	7
	19-12-63	3	3
	21-12-63	3	3
	28-12-63	3	3

De twee laatste procédés werden niet aangenomen, omdat het ene al te uiteenlopende uitslagen opleverde en het andere waarden die klaarblijkelijk veel te laag zijn.

Wat de twee eerste methoden betreft, deze leveren nagenoeg dezelfde uitslagen op en geven goed het schieten in een mijngat weer. Zij hebben evenwel nadelen. Het gat van het mortier wordt aangevreten, wordt bijgevolg breder, zodat de omstandigheden waaronder de proeven verlopen geleidelijk veranderen. De buizen van een mengsel van kolen en cement kunnen maar eens gebruikt worden en vereisen dus een installatie voor het maken en het drogen van zulke buizen.

Daarom zijn wij genoopt geweest naadloze stalen buizen met een wand van 18 mm en een binnendoormeter van 34 of 40 mm te gebruiken. Zulke buizen zijn bestand tegen een ontploffing van ten minste 400 g springstof met ionenuitwisseling.

Voor een stalen buis met een doormeter van 40 mm is de schikking afgebeeld in figuur 2.

Uiteindelijk hebben wij de buis met een binnendoormeter van 40 mm gekozen, waarvan de uitslagen die van de buis van kolen-en-cementmengsel het dichtst benaderen. Met eenzelfde springstof heeft men immers voor zes opeenvolgende voortplantingen de volgende afstanden bekomen :

met een buis van 2 delen kolen en 1 deel cement	6 cm
met een aangevreten stalen mortier van 40 mm binnendoormeter	8 cm
met een stalen buis met een binnendoormeter van 34 mm	4 cm
met een stalen buis met een binnendoormeter van 40 mm	6 cm

De overeenstemming tussen de uitslagen met de kolen-en-cementbuis en die met de stalen buis van 40 mm binnendoormeter bekomen, werd door 214 vergelijkende proeven bevestigd, zoals blijkt uit tabel 3.

TABEL 3

Detonatie-overdragingsgeschiktheid.

Springstof	Datum	Geschiktheid met	
		kolen- en cementbuis (cm)	stalen buis van 40 mm (cm)
Arionite	12-12-63	6	7
Arionite (ander monster)	id.	8	8
Charbrite	11-9-63	6	6
	20-10-63	3	3
	30-11-63	4	4
	5-12-63	2	2
	17-12-63	6	7
	19-12-63	3	3
	21-12-63	3	3
	28-12-63	3	3

L'essai en tube d'acier de 40 mm de diamètre donne donc les mêmes résultats que l'essai en tube charbon-ciment adopté en Allemagne, mais il est plus commode puisque le tube résiste à une centaine de tirs et que, tout en accusant à la longue une certaine expansion, il présente, pendant toute la durée de son utilisation, un intérieur bien lisse.

Le mode opératoire adopté répond à la description suivante.

**Matériel.**

Des tronçons d'environ 40 cm de longueur de tube d'acier sans soudure DIN 2448/1629, de diamètre intérieur  $40 \pm 0,5$  mm et 18 mm d'épaisseur de paroi.

Du cordeau détonant souple à la penthrite, des détonateurs électriques n° 8, des plaquettes métalliques en plomb ou alliage d'aluminium, de l'argile légèrement humide.

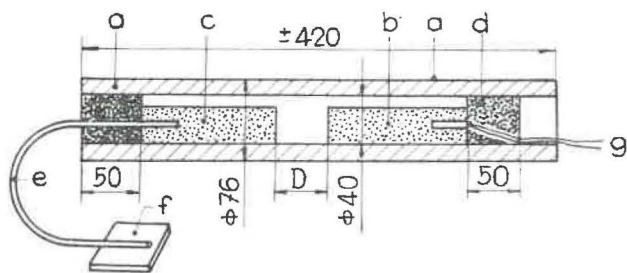


Fig. 2.

Transmission de la détonation en tube d'acier.

Detonatie-overdraging in een stalen buis.

- a : tube d'acier - stalen buis
- b : cartouche initiatrice - ontstekingspatroon
- c : cartouche réceptrice - ontvangstpatroon
- d : bourrage d'argile - kleiopstopping
- e : cordeau détonant - slagkoord
- f : plaque témoin - proefplaat
- g : détonateur - slagpijpje

**Mode d'essai (fig. 2).**

On utilise des cartouches d'explosif de sûreté à ions échangés dans leur état prévu pour la consommation dans les mines.

Une cartouche dite réceptrice, armée d'un bout de cordeau détonant pénétrant axialement sur 3 cm de longueur, est introduite dans un tube à 5 cm de l'orifice, de façon telle que le cordeau détonant sorte du tube sans aucun contact avec la surface cylindrique de la cartouche. L'espace de 5 cm de longueur est bourré d'argile sur toute la section intérieure du tube.

La seconde cartouche, dite initiatrice, est amorcée au moyen du détonateur et est à son tour introduite dans le tube, par l'orifice resté libre, de façon telle que le détonateur se trouve du côté de l'orifice libre et qu'il existe, entre les deux cartouches, un intervalle d'air de longueur D.

On bourre 5 cm d'argile, sur toute la section intérieure du tube, contre la cartouche initiatrice.

L'extrémité libre du cordeau détonant est fixée sur une plaque métallique.

Er dient opgemerkt dat de aangeduide afstanden de grootste zijn die zes opeenvolgende ontploffingen van de ontvangstpatroon opgeleverd hebben.

De schietproef in een stalen buis van 40 mm doormeter geeft dus dezelfde uitslagen als de schietproef in een kolen-en-cement-buis, die in Duitsland toegepast wordt, maar zij is gemakkelijker omdat een stalen buis aan een honderdtal schietproeven weerstaat en van binnen altijd volkomen effen blijft, hoewel zij zich ten langen laatste wat gaat uitzetten.

De gekozen methode is de volgende.

**Materieel.**

Ongeveer 40 cm lange naadloze stalen buizen DIN 2448/1629 met een binnendoormeter van  $40 \pm 0,5$  mm en een wanddikte van 18 mm.

Soepele penthriteslagkoord, elektrische slagpijpjes n° 8, metalen plaatjes van lood of van een aluminiumlegering, ietwat vochtige klei.

**Proef (zie figuur 2).**

Men gebruikt patronen van veiligheidsspringstoffen met ionenuitwisseling zoals die welke in mijnen gebruikt worden.

Een zg. ontvangstpatroon, van een eind slagkoord voorzien dat 3 cm ver in de as zit, wordt in een buis op 5 cm van de opening geplaatst, derwijze dat de slagkoord zonder enig contact met de cilindervormige oppervlakte van de patroon uit de buis komt. De 5 cm lange ruimte in de buis wordt volledig met klei gevuld.

De tweede patroon, ontstekingspatroon genaamd, wordt voorzien van het slagpijpje en langs het open uiteinde op zijn beurt in de buis geschoven, derwijze dat het slagpijpje zich aan de buitenkant bevindt en dat tussen de twee patronen en open tussenruimte D blijft.

Een 5 cm lange kleiopstopping wordt over de ganse doorsnede van de buis tegen de ontstekingspatroon geduwd.

Het vrije uiteinde van de slagkoord wordt op een metalen plaat bevestigd.

Het afvuren van het elektrisch slagpijpje doet de slagkoord al dan niet ontploffen.

In het eerste geval, wat door het spoor op de metalen plaat aangetoond wordt, zegt men dat de detonatie van de ene patroon op de andere oversloeg.

In het tweede geval zegt men dat er geen overdraging is.

De detonatie-overdragingsgeschiktheid van een springstof wordt bepaald door de grootste afstand D die in 5 opeenvolgende proeven 5 ontploffingen van de ontvangstpatroon geeft.

La mise à feu du détonateur électrique provoque ou ne provoque pas la détonation du cordeau détonant.

Dans le premier cas, dont témoigne la trace imprimée sur la plaque métallique, on dit qu'il y a transmission de la détonation entre les deux cartouches.

Dans le second cas, on dit qu'il n'y a pas transmission.

L'aptitude de l'explosif à la transmission de la détonation est définie par la distance D la plus grande qui donne 5 départs de la cartouche réceptrice dans 5 essais consécutifs.

## 1122. Transmission de la détonation à travers un intercalaire.

### 11221. Intercalaire solide.

Des tirs effectués au rocher en 1962 avec des explosifs du type IV (voir rapport sur les travaux de cette année - marginal 1111) laissaient supposer que la détonation est arrêtée par des intercalaires de 2 ou 3 cm de poussières de roche ou de charbon, séparant deux cartouches consécutives.

S'il est important que la détonation franchisse un certain intervalle d'air entre deux cartouches (bonne aptitude à la transmission de la détonation), il est tout aussi essentiel que la détonation complète de la charge soit assurée dans l'éventualité, vraisemblablement assez fréquente en chargement réel au fond de la mine, où de la matière solide compacte ou pulvérulente vient s'interposer entre deux cartouches de la file ; en 1962, nous avons étudié cette question en effectuant de nombreux tirs en roche dans la galerie de Crachet (voir « Annales des Mines de Belgique », n° 7-8 1963).

C'est pour compléter nos connaissances sur ce point que nous avons effectués des tirs de laboratoire dont voici le compte rendu.

Chaque essai comporte un tir de 4 cartouches de Charbrite 418 (30 mm Ø, 100 g) disposées en file. Un intercalaire cylindrique de 30 mm de diamètre et d'épaisseur déterminée est disposé dans la file, soit au milieu de la 2<sup>e</sup> cartouche, soit entre la 2<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup>. Au besoin, un cordeau détonant est en-

## 1122. Detonatie - overdraging doorheen een vreemde stof.

### 11221. Vaste stof.

In 1962 met springstoffen van type IV uitgevoerde schietproeven in het gesteente (zie activiteitenverslag over dit jaar - randnummer 1111) lieten veronderstellen dat de detonatie door tussenlagen van 2 of 3 cm steen- of kolenstof tussen twee opeenvolgende patronen stopgezet werd.

Zo het van belang is dat de detonatie een zekere open ruimte tussen twee patronen overbrugt (gunstige detonatie-overdragingsgeschiktheid), is het even noodzakelijk dat de volledige ontploffing van de lading verzekerd wordt in het geval, dat bij het werkelijk laden in de ondergrond van mijnen waarschijnlijk vrij vaak voorkomt, dat een vaste stof, hetzij aaneengesloten, hetzij in poeder, tussen twee patronen van de rij komt te liggen ; in 1962, hebben wij deze kwestie bestudeerd en in de galerij « Crachet » een groot aantal schietproeven in het gesteente uitgevoerd (zie Annalen der Mijnen van België 1963, nummers 7 en 8).

Om onze kennis over dit punt uit te breiden, hebben wij schietproeven in het laboratorium uitgevoerd, die als volgt verliepen.

Bij elke proef worden vier op één rij geplaatste patronen Charbrite 418 (30 mm Ø, 100 g) afgevuurd. Een cilindervormige tussenlaag van 30 mm doormeter en een bepaalde dikte wordt in de rij geplaatst, hetzij in het midden van de tweede patroon, hetzij tussen de tweede en de derde. Desnoods wordt een slagkoord enkele centimeter diep in de laatste patroon gestoken ; het andere uiteinde van de slagkoord wordt op een proefplaatje van lood of van aluminium bevestigd, dat als de lading volledig ontploft het spoor van de ontploffing van de slagkoord zal dragen. Men heeft verschillende schikkingen aangenomen.

- I. Lading in de vrije lucht, tussenlaag (i) in het midden van de tweede patroon (c) (fig. 3).
- II. Gedeeltelijk zijdelings ingesloten lading. De tweede patroon (c) met de tussenlaag (i) er middenin zit in een stalen buis (f) van 200 mm

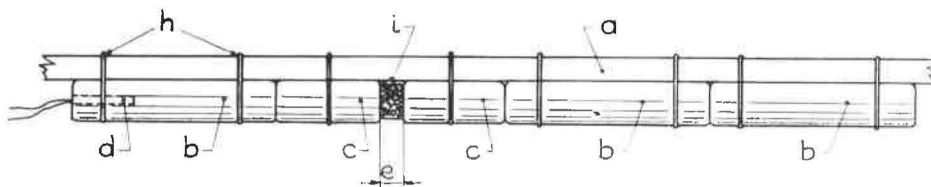


Fig. 3.

Transmission de la détonation à travers un intercalaire sans confinement.

Fig. 3.

Detonatie-overdraging doorheen een vaste stof zonder insluiting.

a : baguette de suspension - draaglat — b : cartouches entières - volledige patronen — c : cartouche coupée en deux - middendoor gesneden patroon — d : détonateur - slagpijpe — i : intercalaire d'épaisseur « e » placé entre les deux demi-cartouches c - tussenlaag van dikte « e » tussen de twee halve patronen c geplaatst — h : ligatures - verbindingen



foncé de quelques centimètres dans la dernière cartouche et aboutit sur une plaque-témoin en aluminium ou en plomb, qui, en cas d'explosion de toute la charge, conserve la trace de la détonation du cordeau.

× 31,4/41,7 of van 125 mm × 34/70, die aan de ontploffing weerstaat (fig. 4).

III. Volledig zijdelings ingesloten lading. De 4 patronen (b) zitten in een buis (a) van 500 mm × 34,70, die aan de ontploffing weerstaat ; de

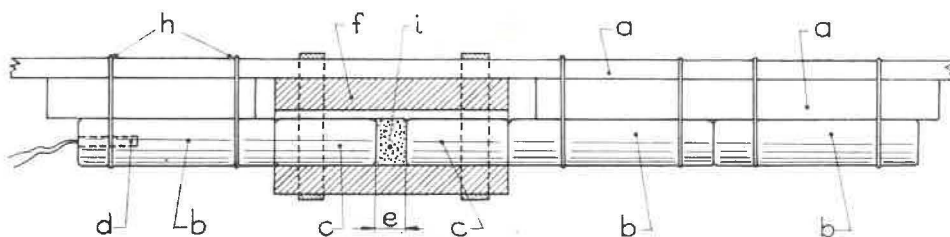


Fig. 4.

Transmission de la détonation à travers un intercalaire avec confinement partiel.

Fig. 4.

Detonatie-overdraging doorheen een vaste stof onder gedeeltelijke zijdelingse insluiting.

a, b, c, d, i, h: cfr fig. 3 — f: tube d'acier - stalen buis

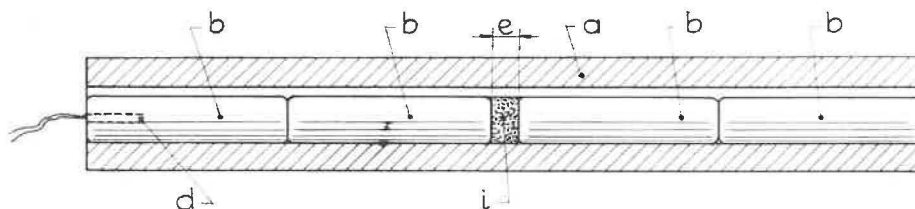


Fig. 5.

Transmission de la détonation à travers un intercalaire avec confinement total en tube.

Fig. 5.

Detonatie-overdraging doorheen een vaste stof onder volledige zijdelingse insluiting in een buis.

a: tube d'acier - stalen buis — b: cartouches entières - volledige patronen — i: intercalaire d'épaisseur « e » - tussenlaag van dikte « e » — d: détonateur - slagpijpje

On a opéré dans diverses dispositions :

- I. Charge à l'air libre, intercalaire (i) au milieu de la cartouche (c) (fig. 3).
- II. Charge partiellement confinée latéralement. La deuxième cartouche (c), au milieu de laquelle se trouve l'intercalaire (i), est placée dans un tube d'acier (f) résistant à l'explosion, de 200 mm × 31,4/41,7 ou de 125 mm × 34/70 (fig. 4).
- III. Charge totalement confinée latéralement. Les 4 cartouches (b) sont introduites dans un tube (a) de 500 mm × 34/70, résistant à l'explosion ; l'intercalaire (i) se trouve entre la deuxième et la troisième cartouche (fig. 5).
- IV. Charge totalement confinée. Les 4 cartouches (b) sont placées dans un mortier cylindrique (d) foré de part en part (diamètre nominal 40 mm) entre un bourrage (c) d'argile bien tassé de 15 cm de longueur du côté du détonateur et de 50 cm à l'extrémité opposée. L'intercalaire (i) se trouve entre la deuxième et la troisième cartouche (fig. 6).

tussenlaag (i) zit tussen de tweede en de derde patroon (fig. 5).

- IV. Volledig ingesloten lading. De vier patronen (b) zitten in een doorboord cilindervormig mortier (d) (nominale doormeter 40 mm) tussen een goed aangesloten kleiopstopping (e) van 15 cm lengte aan de kant van het slagpijpje, en van 50 cm aan de andere kant. De tussenlaag (i) zit tussen de tweede en de derde patroon (fig. 6).

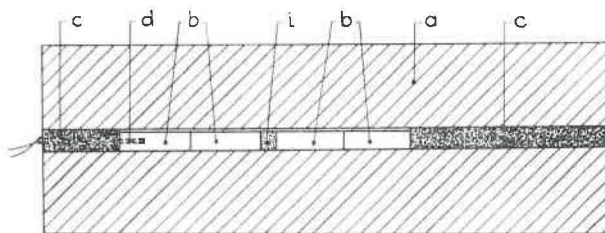


Fig. 6.

Transmission de la détonation à travers un intercalaire avec confinement total en mortier.

Detonatie-overdraging doorheen een vaste stof onder volledige insluiting in een mortier.

a: mortier d'acier - stalen mortier — b: cartouches - patronen — c: bourrage d'argile - kleiopstopping — d: détonateur - slagpijpje — i: intercalaire - tussenlaag

Les résultats sont donnés au tableau 4.

De uitslagen zijn aangeduid in tabel 4.

TABLEAU 4

Disposition (voir texte)	Intercalaire		Résultat
	Nature	Épaisseur mm	
I	Argile comprimée	11	Pas de transmission
	Charbon fin tassé	15	id.
	Sable gros tassé	20	id.
II	Rondelle d'acier	4,2	Transmission
	id.	5	Pas de transmission
	Argile comprimée	11	id.
	Charbon fin tassé	15	id.
III	Sable gros tassé	20	Transmission
	id.	40	id.
	id.	40	id.
	id.	50	Pas de transmission
IV	Sable gros tassé	50	Pas de transmission
	id.	50	id.
	id.	40	id.
	id.	40	Transmission

TABEL 4

Schikkingen (zie tekst)	Tussenlaag		Uitslagen
	Aard	Dikte mm	
I	Samengeperste klei	11	Geen overdraging
	Aaneengesloten fijne kolen	15	id.
	Aaneengesloten dik zand	20	id.
II	Stalen plaatje	4,2	Overdraging
	id.	5	Geen overdraging
	Samengeperste klei	11	id.
	Aaneengesloten fijne kolen	15	id.
III	Aaneengesloten dik zand	20	Overdraging
	id.	40	id.
	id.	40	id.
	id.	50	Geen overdraging
IV	Aaneengesloten dik zand	50	Geen overdraging
	id.	50	id.
	id.	40	id.
	id.	40	Overdraging

A l'examen de ce tableau, on constate que l'intervalle de transmission à travers un intercalaire solide ne dépasse pas 40 mm et que cette performance est obtenue en confinement latéral complet.

Uit deze tabel blijkt dat de overdragingsafstand doorheen een vaste tussenlaag niet meer dan 40 mm bedraagt, en dat deze uitslag bekomen werd met een volledig zijdelings ingesloten lading.

11222. *Intercalaire liquide.*

Nous avons également vérifié la transmission de la détonation d'un explosif à ions échangés à travers un intercalaire liquide, en prenant soin cette fois de mesurer la vitesse de détonation au moins dans la cartouche réceptrice.

Dans un tube d'acier de diamètres 34/70 mm, la vitesse de détonation dans une file de cartouches de Charbrite 418 est généralement de l'ordre de 1500 m/s.

Pour étudier la transmission dans un intercalaire hydraulique, nous avons adopté le mode opératoire suivant : le tube d'acier de diamètres 34/70 mm est disposé verticalement sur un socle en acier. On y introduit successivement une cartouche de Charbrite 418, une ampoule d'eau de 300 mm de longueur et une cartouche du même explosif amorcée d'un détonateur. Le tube est fermé vers le haut par un bourrage d'argile (fig. 7).

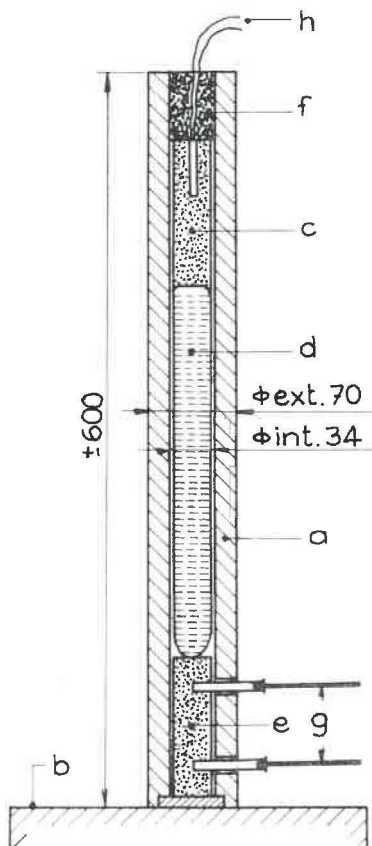


Fig. 7.

Transmission de la détonation à travers un intercalaire liquide.

Detonation-overdraging doorheen een vloeistof.

a : tube d'acier - stalen buis — b : socle d'acier - stalen voetstuk — c : 1 cartouche initiatrice - 1 ontstekingspatroon - (Charbrite 418-100 g) — d : 1 ampoule d'eau - 1 water-ampul — e : 1 cartouche réceptrice (Charbrite 418-100 g) - 1 ontstekingspatroon — f : bourrage argile 50 mm - kleiopstopping 50 mm — g : détonateurs avec cordeau détonant pour mesure de la vitesse de détonation - slagpijpjes met slagkoord voor het meten van de detonatiesnelheid — h : détonateur d'amorçage - aanzetslagpijpe

La mesure de la vitesse de détonation par la méthode Dautriche dans la cartouche inférieure (récep-

11222. *Vloeistof.*

Wij hebben ook de detonatie-overdraging van een springstof met ionenuitwisseling doorheen een vloeistof onderzocht ; bovendien hebben wij ditmaal de detonatiesnelheid, in de ontvangstpatroon althans, gemeten.

In een stalen buis van 34/70 mm doormeter is de detonatiesnelheid in een rij Charbrite 418-patronen gewoonlijk ongeveer 1500 m/sec.

Om de overdraging doorheen een vloeistof te bestuderen, zijn wij als volgt te werk gegaan : de stalen buis met doormeters van 34/70 mm wordt loodrecht op een stalen voetstuk geplaatst. Men steekt er achtereenvolgens een patroon Charbrite 418 in, een 300 mm lange ampul water en een patroon van dezelfde springstof, maar voorzien van een slagpijpe. De buis wordt aan de bovenkant gesloten met een kleiopstopping (zie figuur 7).

De detonatiesnelheid in de onderste patroon (ontvangstpatroon), volgens de methode van Dautriche gemeten, bedroeg voor tien schietproeven : 1489, 1507, 1507, 1516, 1490, 1470, 1460, 1490, 1535 en 1480 m/sec, wat een gemiddelde van 1494 m/sec oplevert.

Deze proeven tonen aan dat de detonatie-overdraging doorheen een vloeistof onder insluiting zonder snelheidsverlies kan gebeuren.

113. *Deflagratie.*

Wij hebben vroeger vastgesteld dat een vermindering van de detonatiegeschiktheid bij de springstoffen van type IV aanleiding kon geven tot uitblazers met uitwerping van stukjes springstof, en misschien een deflagratie kon begunstigen. Dit laatste verschijnsel doet zich trouwens vrij gemakkelijk voor wanneer in de patronenrij een tamelijk lange vrije tussenruimte bestaat en de opstopping enige tijd weerstaat aan de druk van de gassen van de slagpatroon en van de nadien ontplofte patronen.

Aangezien de detonatie-overdragingsgeschiktheid van de springstoffen met ionenuitwisseling onder sterke insluiting geplaatst minder dan 1 decimeter bedraagt, kan men zich afvragen of, wanneer de afstand tussen twee patronen groter is, het niet-detonierend gedeelte van de lading geen bijzonder gevaar voor ontvlaming van mijn gas door deflagratie zou kunnen teweegbrengen, wanneer de opstopping zwak is of wanneer er geen opstopping is.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, hebben wij in een mortier met cilindervormig gat de volgende schietproeven met verse springstoffen in patronen van 100 g en met een doormeter van 30 mm gedaan.



trice) a donné, au cours de dix tirs, les valeurs successives suivantes : 1489, 1507, 1507, 1516, 1490, 1470, 1460, 1490, 1535 et 1480 m/s, la moyenne s'établissant à 1494 m/s.

Ces essais indiquent que la transmission de la détonation, sous confinement à travers un intercalaire hydraulique, peut se faire sans perte de vitesse.

### 113. Déflagration.

Nous avons constaté antérieurement qu'une diminution de l'aptitude à la détonation des explosifs du type IV pouvait occasionner des coups de mines débourrant avec projections de particules d'explosif, et, peut-être, créer des conditions favorables à la déflagration. Ce dernier phénomène est d'ailleurs déclenché assez facilement lorsqu'il existe, dans la file de cartouches, un intervalle libre d'assez grande longueur et que le bourrage résiste pendant un certain temps à la pression des gaz de la cartouche-amorce et des cartouches qui ont détoné à sa suite.

Etant donné que l'aptitude à la transmission de la détonation des explosifs à ions échangés, placés en confinement fort, reste inférieure au décimètre, on peut se demander si, lorsque l'intervalle entre deux cartouches dépasse ce seuil, la partie de la charge qui ne détone pas n'est pas susceptible d'engendrer un risque spécial d'inflammation de grisou par déflagration lorsque le bourrage est faible ou lorsqu'il n'y a pas de bourrage.

C'est afin de pouvoir répondre à cette question que nous avons effectué les tirs suivants en mortier à fourneau cylindrique, au moyen d'explosif frais en cartouches de 100 g et de 30 mm de diamètre.

Les dispositions adoptées ont été les suivantes :

- En fourneau de 600 mm de longueur et 32 mm de diamètre. Une cartouche réceptrice est disposée au fond du fourneau et deux cartouches initiatrices, amorcées antérieurement, sont placées à la distance D de la cartouche réceptrice.
- En fourneau de 1900 mm de longueur et 35 mm de diamètre. Deux cartouches réceptrices sont disposées au fond du fourneau et les deux cartouches initiatrices sont amorcées antérieurement et placées comme en (a) à la distance D du groupe de cartouches réceptrices.
- En fourneau de 1900 mm de longueur et 35 mm de diamètre, mais les 2 cartouches initiatrices sont au fond du fourneau et les cartouches réceptrices à la distance D des premières. L'amorçage est donc postérieur dans ce cas.

Le fourneau du mortier débouche dans la chambre d'explosion de la galerie d'essais des explosifs, en atmosphère grisouteuse inflammable. Les résultats obtenus sont donnés au tableau 5.

De proeven gebeurden als volgt :

- In een gat van 600 mm lengte en 32 mm doormeter. Een ontvangstpatroon wordt achteraan in het gat geplaatst en twee slagpatronen met het slagpijpje vooraan op een afstand D van de ontvangstpatroon.
- In een gat van 1900 mm lengte en 35 mm doormeter. Twee ontvangstpatronen worden achteraan in het gat geplaatst en twee slagpatronen met het slagpijpje vooraan zoals in a) op een afstand D van de ontvangstpatronen.
- In een gat van 1900 mm lengte en 35 mm doormeter. Maar de twee slagpatronen zitten achteraan in het gat en de twee ontvangstpatronen op een afstand D van de eerste.

In dit geval gebeurt de ontsteking dus langs achter.

Het gat van het mortier mondt uit in de ontplofingskamer van de proefgalerij in een ontvlambaar mijngashoudend mengsel. De bekomen uitslagen zijn aangeduid in tabel 5.

TABEL 5

Schikking (zie tekst)	Kleiop- stopping lengte in cm	Afstand D in cm	Aantal schoten		Uitslagen
			Arionite	Charbrite 418	
a	geen	10	20	10	Geen ontvlam- ming
	geen	15	10	10	id.
	geen	20	10	10	id.
	10 cm	10	20	10	id.
b	10 cm	15	10	10	id.
	10 cm	20	20	20	id.
c	geen	20	10	10	id.
	10 cm	20	10	10	id.

Uit deze 200 onder verschillende omstandigheden uitgevoerde schoten die geen enkele ontvlaming veroorzaakt hebben, moet worden afgeleid dat, wat het gebruik van goed bewaarde springstoffen met ionenuitwisseling betreft, schietproeven in één enkel mijngat met een lichte opstopping of zonder opstopping uitgevoerd, niet toelaten een bijzonder gevaar voor deflagratie met om het even welke schikking van de lading in het licht te stellen, wat de bevindingen van het fysisch-chemisch laboratorium bevestigt.

TABLEAU 5

Dispo- sition (voir texte)	Bourrage d'argile longueur en cm	Intervalle D en cm	Nombre de tirs		Résultats
			Arionite	Charbrite 418	
a	néant	10	20	10	Pas d'in- flam- mation
	néant	15	10	10	id.
	néant	20	10	10	id.
	10 cm	10	20	10	id.
	10 cm	15	10	10	id.
b	10 cm	20	20	20	id.
c	néant	20	10	10	id.
	10 cm	20	10	10	id.

De ces 200 tirs effectués dans différentes conditions, qui n'ont donné aucune inflammation, il faut conclure qu'avec l'explosif à ions échangés utilisé en bon état de conservation, le tir en fourneau unique avec bourrage léger ou sans bourrage ne permet pas de déceler de risque spécial de déflagration quelle que soit la disposition de la charge, ce qui confirme les constatations faites au laboratoire de physico-chimie.

#### 114. Conditionnement des explosifs à ions échangés en vue du magasinage.

Pour conserver au mieux toutes ses qualités pendant le temps qui s'écoule entre sa fabrication et son utilisation, l'explosif à ions échangés tout particulièrement doit être bien protégé contre l'humidité. Ce résultat semble pouvoir être obtenu en enfermant les cartouches, soit par bottes de 25 dans des sacs en matière plastique, soit par files de 25 également dans des tubes de même matière, avant de les introduire dans les boîtes de carton traditionnelles.

#### 1141. Emballage des cartouches en sacs de matière plastique.

Ce mode d'emballage, déjà adopté par les firmes Poudreries Réunies de Belgique et Cooppal, a été soumis aux essais comparatifs suivants.

Le 26-7-1963 est prélevé au dépôt de vente de Châtelet un échantillon de Charbrite 418 fabriqué à Baelen le 28-6-1963. Il est réparti en 4 lots sous les emballages ci-après :

- A. 100 cartouches en 4 boîtes d'origine, dont chacune est constituée de la façon suivante. Une botte de 25 cartouches est contenue dans un sac en matière plastique ligaturé et celui-ci est placé dans la boîte en carton habituelle, elle-même enveloppée d'un papier paraffiné.
- B. 100 cartouches en 4 boîtes de contenu identique à celles décrites en A, mais dont on a enlevé le papier extérieur paraffiné.

#### 114. Conditionnering van springstoffen met ionenuitwisseling met het oog op de bewaring ervan.

Om na de fabricage al hun eigenschappen zo goed mogelijk te behouden, moeten springstoffen met ionenuitwisseling vooral goed tegen vochtigheid beschermd worden. Dat schijnt te kunnen gebeuren door de patronen hetzij in bussels van 25 in plasticzakken, hetzij in rijen van eveneens 25 in plasticlangen te stoppen, alvorens ze in de gebruikelijke kartonnen dozen worden verpakt.

#### 1141. Verpakking van patronen in plasticzakjes.

Deze wijze van verpakking wordt reeds toegepast bij de firma's « Poudreries Réunies de Belgique » en « Cooppal & C<sup>o</sup> ». Zij heeft de volgende vergelijkende proeven doorstaan.

Op 26-7-63 wordt in het verkoopmagazijn te Châtelet een monster van Charbrite 418 genomen, dat op 28-6-63 te Baelen vervaardigd werd.

Het wordt in vier partijen onder de volgende verpakkingen verdeeld :

- A. 100 patronen in 4 fabrieksdozen. Iedere doos bevat 25 patronen die in een dichtgebonden plasticzak in de gewone kartonnen doos zitten, die zelf in gearaffineerd papier is gewikkeld.
- B. 100 patronen in 4 dozen met dezelfde inhoud als in A, maar waarvan het gearaffineerd papier verwijderd werd.
- C. 100 patronen in kartonnen dozen zonder plasticzak in, maar met gearaffineerd papier rond.
- D. 100 patronen in kartonnen dozen zonder plasticzak in en zonder gearaffineerd papier rond.

Om de praktische waarde van deze studie te verhogen, wordt alles op 27-7-63 in de springstoffenbewaarplaats van een kolenmijn in de Borinage geplaatst.

Iedere maand worden van elke partij enkele patronen genomen ; men bepaalt het vochtgehalte en vanaf 25-9-63 meet men met een megohmmeter van 500 V de elektrische weerstand van een patroon tussen twee koperen schijven, die aan de uiteinden tegen de springstof aangebracht worden.

De uitslagen zijn aangeduid in tabel 6.

TABLEAU 6

Date des analyses	Humidité en % et résistance en MΩ			
	Lot A	Lot B	Lot C	Lot D
26-7-1963	0,08 à 0,1	0,08 à 0,1	0,08 à 0,1	0,08 à 0,1
27-8-1963	0,08 à 0,1	0,12 à 0,14	0,40	0,44
25-9-1963	0,14 à 0,16 15 MΩ	0,38 10 MΩ	0,68 à 0,70 5 MΩ	0,85 à 0,86 6 MΩ
28-10-1963	0,20 à 0,22 40 MΩ	0,58 à 0,60 35 MΩ	0,76 à 0,78 10 MΩ	0,92 à 0,94 10 MΩ
28-11-1963	0,26 à 0,28 40 MΩ	0,66 à 0,68 55 MΩ	0,78 à 0,80 15 MΩ	0,98 à 1 15 MΩ

TABEL 6

Datum van de ontloadingen	Vochtgehalte (%) en weerstand in MΩ			
	Partij A	Partij B	Partij C	Partij D
26-7-1963	0,08 à 0,1	0,08 à 0,1	0,08 à 0,1	0,08 à 0,1
27-8-1963	0,08 à 0,1	0,12 à 0,14	0,40	0,44
25-9-1963	0,14 à 0,16 15 MΩ	0,38 10 MΩ	0,68 à 0,70 5 MΩ	0,85 à 0,86 6 MΩ
28-10-1963	0,20 à 0,22 40 MΩ	0,58 à 0,60 35 MΩ	0,76 à 0,78 10 MΩ	0,92 à 0,94 10 MΩ
28-11-1963	0,26 à 0,28 40 MΩ	0,66 à 0,68 55 MΩ	0,78 à 0,80 15 MΩ	0,98 à 1 15 MΩ

C. 100 cartouches en boîtes de carton, sans sac plastique intérieur mais avec papier extérieur paraffiné.

D. 100 cartouches en boîtes de carton, sans sac plastique intérieur et sans papier extérieur paraffiné.

Pour donner plus de valeur pratique à cette étude, le tout est déposé le 27-7-1963 dans le dépôt d'explosif d'une mine du Borinage.

Tous les mois, on prélève quelques cartouches dans chaque lot, on dose l'humidité et, à partir du 25-9-1963, on mesure au moyen d'un mégohmmètre à 500 V la résistance électrique d'une cartouche entre deux disques de cuivre appliqués à ses extrémités contre l'explosif.

Les résultats sont donnés au tableau 6.

Uit deze tabel blijkt dat het vochtgehalte geleidelijk toeneemt naarmate de springstof ouder wordt.

— Deze toename blijkt niet overdreven te zijn indien de patronen volgens het procédé A verpakt zijn (dichtgebonden plasticzak in een kartonnen doos die in gearaffineerd inpakpapier gewikkeld is).

— Ook met de verpakking B (zoals A, maar zonder gearaffineerd inpakpapier rond de doos) blijkt de toename tot einde september, toen de springstof drie maanden oud was, niet overdreven te zijn.

— Bovendien blijkt dat de patronen in de andere gevallen niet voldoende beschermd zijn tegen de vochtigheid van de lucht.



A l'examen de ce tableau, on constate un accroissement progressif du taux d'humidité avec l'âge de l'explosif.

Il apparaît que :

- cet accroissement est suffisamment limité si les cartouches sont emballées suivant le procédé A (sac intérieur plastique ligaturé, placé dans une boîte en carton enveloppée dans un papier extérieur d'emballage paraffiné) ;
- qu'il n'est pas encore exagéré avec l'emballage B (analogue à A, mais sans papier extérieur paraffiné) jusqu'à la fin du mois de septembre, date à laquelle l'explosif est âgé de 3 mois ;
- que dans les autres cas, les cartouches ne sont pas suffisamment protégées contre l'humidité atmosphérique.

Quant à la résistance électrique des cartouches, les résultats des premières mesures (25-9-1963) laissaient prévoir l'existence d'une relation étroite entre la teneur en humidité et la résistance électrique. Cela ne s'est pas confirmé par la suite. On constate notamment que la résistance électrique augmente avec l'âge, alors qu'étant donné l'accroissement de la teneur en humidité, on s'attend à une diminution de cette résistance. Cela provient vraisemblablement des modifications qui se produisent dans la texture et la grosseur des cristaux au fur et à mesure que le produit vieillit.

Nous comptons cependant poursuivre cette étude qui, dans le principe, paraît intéressante.

#### 1142. Emballage des cartouches dans un tube souple en matière plastique.

Une autre méthode d'emballage des cartouches d'explosif consiste à les introduire en file dans un tube souple en plastique transparent, fermé à ses extrémités. On laisse entre les cartouches un jeu suffisant pour pouvoir replier le tube en accordéon et introduire ainsi le tout dans une boîte en carton normale.

Au moment de l'emploi, le boutefeux coupe le tube à la longueur correspondant au nombre de cartouches devant constituer la charge du fourneau, amorce la première de ces cartouches, referme le tube et introduit la charge ainsi préparée, en une seule fois dans le trou de mine.

Ce type d'emballage doit diminuer considérablement le risque de déflagration, car il améliore nettement la conservation de l'explosif et il permet d'éviter les vides et les intercalations de poussières entre les cartouches d'une même charge, ce qui est favorable à la transmission de la détonation. De plus, il se prête bien au liage, sur son extrémité, des fils du détonateur de manière à empêcher l'extraction de celui-ci hors de la cartouche-amorce.

Wat de elektrische weerstand van de patronen betreft, lieten de eerste metingen (25-9-63) voorzien dat tussen het vochtgehalte en de elektrische weerstand een nauw verband moest bestaan ; de volgende metingen hebben dat niet bevestigd.

Men stelt namelijk vast dat de elektrische weerstand toeneemt naarmate de springstof ouder wordt, dan wanneer men zich wegens het toenemend vochtgehalte aan een daling van deze weerstand verwacht. Dit is waarschijnlijk toe te schrijven aan wijzigingen die zich, naarmate de springstof ouder wordt, in de textuur en de dikte van de kristallen voordoen.

Toch denken wij deze studie, die in beginsel interessant lijkt, voort te zetten.

#### 1142. Verpakking van patronen in soepele plasticslangen.

Een andere verpakkingsmethode bestaat hierin dat de springstofpatronen in een rij in een soepele slag van doorschijnend plastic geschoven worden, die aan de uiteinden gesloten wordt. Tussen de patronen wordt een voldoende speling gelaten om de slang in zigzag te kunnen plooiën en ze aldus in een normale kartonnen doos te kunnen stoppen.

Op het ogenblik van het gebruik snijdt de schietmeester een eind van de slang dat overeenstemt met het aantal patronen die als lading van het mijngat zullen gebruikt worden, zet de eerste patroon aan, sluit de slang opnieuw en stopt de aldus klaargemaakte lading in éénmaal in het mijngat.

Deze wijze van verpakking moet de kans op deflagratie aanzienlijk doen afnemen, want de springstof blijft beter bewaard en leegten of stofmassa's tussen de patronen van éénzelfde lading worden vermeden, wat de detonatie-overdraging in de hand werkt. Bovendien kunnen de draden van het slagpijpje goed rond het uiteinde van de slang gebonden worden, zodat het slagpijpje niet uit de slagpatroon kan worden getrokken.

#### 11421. Studie van het gevaar verbonden aan ladingen statische elektriciteit (\*).

Maar een plasticslang kan tijdens het hanteren van de patronen vóór het laden van de mijn met elektriciteit geladen worden en men kan zich afvragen of zulke ladingen statische elektriciteit aan de oppervlakte ontstaan het slagpijpje van de slagpatroon onder bepaalde omstandigheden niet ontijdig zouden kunnen doen afgaan of geen vonken zou-

(\*) Deze studie werd verricht met de medewerking van hoofdgenieur M. Callut.

11421. *Etude au point de vue danger des charges d'électricité statique (\*)*.

Cependant, une gaine plastique peut, au cours des manipulations préalables au chargement de la mine, se charger d'électricité et l'on peut se demander si des charges d'électricité statique ainsi développées à sa surface ne sont pas capables, dans certaines circonstances, de faire partir intempestivement le détonateur de la cartouche-amorce, ou de provoquer des étincelles capables d'allumer le grisou.

Dans le but de pouvoir répondre à la première de ces deux questions, nous avons entrepris un travail portant sur trois points principaux : la détermination de l'énergie nécessaire pour faire partir un détonateur, l'étude des moyens de développer une telle énergie par frottement sur une gaine plastique, et la vérification des possibilités pratiques de libérer éventuellement cette énergie en un temps suffisamment court pour faire partir un détonateur.

Nous avons ensuite examiné le danger vis-à-vis du grisou.

A. *Risque de départ d'un détonateur.*

*Energie nécessaire pour faire partir un détonateur.*

Pour déterminer cette énergie, on opère sur des inflammateurs. On charge un condensateur de capacité C à une tension déterminée V et on le décharge dans un inflammateur faisant partie d'un circuit de résistance R. Pour une même capacité C, on recherche soit le minimum de V ou le maximum de R qui fait partir le détonateur et, pour ces valeurs, on calcule ensuite l'énergie par ohm de résistance du circuit.

On peut disposer les choses pour que la décharge passe par le fil de pont ou bien traverse la matière de l'inflammateur.

*Décharge par le fil de pont.*

Sous basse tension, c'est-à-dire en opérant au moyen d'un condensateur de 10  $\mu$ F chargé à 100 V et en faisant varier la résistance du circuit de décharge, on trouve que les inflammateurs de certains

den kunnen verwekken die het mijngas kunnen aansteken.

Het werk dat wij verricht hebben om de eerste van deze twee vragen te beantwoorden, had betrekking op drie hoofdpunten : bepaling van de nodige energie om een slagpijpje te doen afgaan, studie van de middelen om een dergelijke energie door wrijving op een plastieken omhulsel te ontwikkelen, en onderzoek van de praktische mogelijkheden om die energie eventueel te verwekken in een tijdspanne die kort genoeg is om een slagpijpje te doen afgaan.

Vervolgens hebben wij het gevaar t.a.v. mijngas onderzocht.

A. *De kans dat een slagpijpje afgaat.*

*Nodige energie om een slagpijpje te doen afgaan.*

Om deze energie te bepalen werkt men op ontstekers. Men laadt een condensator met een capaciteit C op een bepaalde spanning V en ontladtd hem in een ontsteker die opgenomen is in een kring met een weerstand R. Voor éézelfde capaciteit C zoekt men de kleinste spanning V of de hoogste weerstand R die het slagpijpje doet afgaan en voor die waarden berekent men daarna de energie per ohm weerstand van de kring.

Men kan de zaken zo schikken dat de ontlading langs de brugdraad plaatst heeft, ofwel doorheen de stof van de ontsteker.

*Ontlading langs de brugdraad.*

Op laagspanning, d.w.z. als men werkt met een condensator van 10  $\mu$ F die op 100 V geladen is en men de weerstand van de ontladingskring doet veranderen, ontdekt men dat ontstekers van bepaalde types afgaan voor een energie gaande van 1,15 tot 1,74 millijoule per ohm.

Op hoogspanning, d.w.z. als men werkt met Leidse flessen als condensators en met een machine van Wimshurst om deze te laden, bekomt men de uitslagen die in tabel 7 aangeduid zijn.

TABLEAU 7

Capacité en jeu en $\mu$ F	Tension en kV		Décharge totale en mJ		Décharge par ohm en mJ	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
22	15	18	2,5	3,6	1,67	2,4
65	9	11	2,6	3,9	1,73	2,6
98	6	7,5	1,75	2,75	1,17	1,83

(\*) Cette étude a été faite en collaboration avec l'Ingénieur en chef M. Callut.

TABEL 7

Aanwezige capaciteit in $\mu$ F	Spanning in kV		Totale ontlading in mJ		Ontlading per ohm in mJ	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
22	15	18	2,5	3,6	1,67	2,4
65	9	11	2,6	3,9	1,73	2,6
98	6	7,5	1,75	2,75	1,17	1,83



types partent pour une énergie comprise entre 1,15 et 1,74 millijoule par ohm.

Sous haute tension, c'est-à-dire en opérant au moyen de bouteilles de Leyde, comme condensateurs, et d'une machine de Wimshurst, pour les charger, on obtient les résultats donnés au tableau 7.

A l'examen de ce tableau, il semble que l'énergie nécessaire pour initier ces inflammateurs soit plus grande quand la tension dépasse 10.000 V. En dessous de 10.000 V par contre, on retrouve les valeurs observées en opérant à 100 V.

#### Décharge à travers la matière de l'inflammateur.

Ce mode de décharge implique évidemment l'utilisation d'une haute tension.

La matière de l'inflammateur est dénudée sur une surface de 1 à 2 mm<sup>2</sup> par enlèvement d'un fragment de la pellicule de vernis et mise en contact avec une plaque métallique reliée à l'un des pôles du condensateur, tandis que les fils de l'inflammateur sont connectés à l'autre pôle. La décharge passe ainsi dans la matière de l'inflammateur, laquelle n'est pas conductrice.

Il y a lieu de remarquer que, si le vernis isolant recouvrant la matière de l'inflammateur est intact, on obtient, en opérant dans les mêmes conditions, une étincelle qui glisse à la surface de la pilule et n'a aucune action sur celle-ci.

Il n'est plus possible ici de calculer l'énergie effectivement dépensée dans la matière de l'inflammateur. Nous avons relevé simplement le minimum de l'énergie disponible nécessaire, correspondant à la charge sous 2000 V d'une bouteille de Leyde de 65 pF, soit 0,13 millijoule. Cette valeur est beaucoup plus faible que dans le cas précédent où la décharge passait par le fil de pont.

A remarquer que ce type de décharge n'est pas à envisager dans la pratique. Il faut en effet que le vernis de l'inflammateur manque ou soit écaillé, ce que nous n'avons jamais constaté et que la partie non vernie soit en contact direct avec le tube du détonateur.

Volgens deze tabel schijnt de vereiste energie om deze ontstekers te doen afgaan groter te zijn als de spanning meer dan 10.000 V bedraagt. Op minder dan 10.000 V daarentegen bekomt men dezelfde waarden als op 100 V.

#### Ontlading doorheen de stof van de ontsteker.

Voor deze wijze van ontlading moet natuurlijk hoogspanning gebruikt worden.

De stof van de ontsteker wordt door verwijdering van een stukje van de vernislaag over een oppervlakte van een of twee mm<sup>2</sup> ontbloot en in aanraking gebracht met een metalen plaat die met een van de polen van de condensator verbonden is, terwijl de draden van de ontsteker met de andere pool verbonden zijn. Zodoende gaat de ontlading in de stof van de ontsteker, die niet geleidend is.

Er dient opgemerkt dat, als men onder dezelfde omstandigheden werkt en de isolerende vernislaag rond de stof van de ontsteker ongeschonden is, een vonk ontstaat die over de oppervlakte van de pil glijdt zonder verder gevolg.

Wij kunnen hier de energie niet berekenen die in de stof van de ontsteker daadwerkelijk wordt verbruikt. Wij hebben enkel de minimum vereiste beschikbare energie opgetekend, die overeenstemt met een op 2000 V geladen Leidse fles van 65 pF; d.i. 0,13 millijoule. Deze waarde is veel kleiner dan in het voorgaande geval, toen de ontlading langs de brugdraad plaats had.

Er zij opgemerkt dat dit soort ontlading in de praktijk niet onder ogen hoeft genomen te worden. Het vernis van de ontsteker moet immers ontbreken of afgeschilferd zijn, iets wat wij nooit vastgesteld hebben, en het vernisloze gedeelte moet de buis van het slagpijpje rechtstreeks raken.

#### Beschikbare energie die door wrijving op een plasticslang kan ontstaan.

Wij hebben gewerkt volgens de schikking aangegeven in figuur 8.

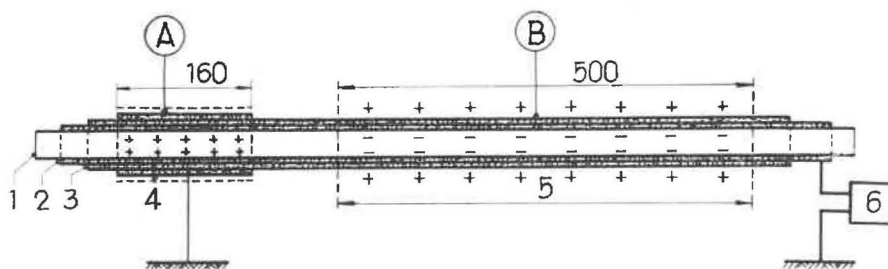


Fig. 8.

Charges d'électricité statique sur gaine plastique.

Fig. 8.

Ladingen statische elektriciteit op een plasticslang.

1 : tube en plexiglas - buis van plexiglas — 2 : feuille d'aluminium enroulée autour du tube en plexiglas - rond de buis van plexiglas gerold aluminiumblad — 3 : gaine en matière plastique - plasticslang — 4 : feuille d'aluminium enroulée autour de la gaine 3 - rond slang 3 gerold aluminiumblad — 5 : partie de la gaine frottée par l'expérimentateur - gedeelte van de slang waarop de experimentator wrijft — 6 : voltmètre électrostatique - elektrostatische voltmeter



*Energie disponible pouvant être développée par frottement sur une gaine plastique.*

On a opéré suivant la disposition de la figure 8.

Les feuilles d'aluminium 2 et 4 représentent la première, la colonne d'explosifs supposée conductrice et d'un seul tenant et la seconde, la main du boutefeu lui-même, en bon contact avec la terre. Si des charges (+) sont développées par frottement sur la gaine plastique en B, elles vont attirer des charges (—) dans leur voisinage et ainsi charger le condensateur A comme indiqué. Et le voltmètre électrostatique mesure la différence de potentiel entre les électrodes de ce condensateur. Il représente aussi une situation dans laquelle le détonateur d'amorçage peut se trouver : dans ce cas, le condensateur A se décharge à travers le détonateur.

Les essais ont été conduits en utilisant

- une gaine en polyéthylène souple de 33 mm de diamètre et de 0,1 mm d'épaisseur ;
- une gaine en P.V.C. souple de 30 mm de diamètre et de 0,2 mm d'épaisseur.

La capacité du condensateur A a été dans le premier cas de 700 pF et dans le second de 820 pF.

La meilleure façon d'opérer consiste à frotter énergiquement la gaine sur la partie B au moyen d'un chiffon présentant des aptitudes particulières à développer des charges électriques, à décharger ce chiffon en le frottant sur un corps conducteur relié au sol et à recommencer plusieurs fois consécutivement.

Une passe provoque ainsi une augmentation de potentiel de l'armature de 200 à 350 V. On arrive ainsi normalement en 3 passes à 600-700 V et les suivantes ne paraissent plus en général devoir augmenter la tension. Deux fois cependant, on a obtenu successivement 200 V - 300 V - 500 V - 850 V et 1200 V, puis la tension est retombée à 850 V sans qu'on puisse encore l'augmenter.

A remarquer qu'on opérerait dans une atmosphère à 42 % d'humidité relative.

On a tenté de monter au-dessus de 1200 V en chargeant le condensateur B au moyen d'un générateur de tension. On a toujours obtenu le percement de la gaine vers 1200 V en opérant avec 6 condensateurs différents.

On a donc fait apparaître de cette façon une quantité d'électricité

$$Q = CV = 800 \times 10^{-12} \text{ F} \times 1200 \text{ V} \\ = 960 \times 10^{-9} \text{ Cb}$$

et une énergie

$$W = \frac{CV^2}{2} = \frac{800 \times 10^{-12} \times 1200^2}{2} = 0,576 \text{ mJ}$$

c'est-à-dire une énergie insuffisante pour faire partir un détonateur.

De aluminiumbladen 2 en 4 stellen onderscheidenlijk de springstofkolom, die verondersteld wordt geleidend en uit één stuk te zijn, en de hand van de schietmeester zelf, in goed contact met de aarde, voor. Wanneer door wrijving op de plasticslang in B, (+) ladingen ontstaan, dan zullen deze (—) ladingen in hun nabijheid aantrekken en zo de condensator A laden zoals aangeduid is.

De elektrostatische voltmeter meet het potentiaalverschil tussen de elektroden van deze condensator. Hij stelt ook een toestand voor waarin het slagpijpje zich kan bevinden : in dat geval ontladde de condensator zich doorheen het slagpijpje.

Bij deze proeven worden gebruikt :

- een slang van soepel polyethyleen van 33 mm doormeter en 0,1 mm dikte ;
- een slang van soepel P.V.C. van 30 mm doormeter en 0,2 mm dikte.

De condensator A had een capaciteit van 700 pF in het eerste geval en van 820 pF in het tweede.

De beste manier van werken bestaat erin met een lap die bijzonder goed elektrische ladingen opwekt, krachtig op het gedeelte B van de slang te wrijven, deze lap te ontladen door hem op een met de grond verbondend geleidend lichaam te wrijven en deze bewerking verscheidene malen na elkaar te herhalen.

Eén wrijfbeurt doet het potentiaal van de inrichting aldus 200 à 350 V stijgen. Na 3 wrijf beurten bereikt men zo normaal 600-700 V ; de volgende schijnen meestal de spanning niet meer te verhogen. Tweemaal heeft men nochtans achtereenvolgens 200 V - 300 V - 500 V - 850 V en 1200 V bereikt, daarna is de spanning opnieuw tot 850 V gedaald zonder dat men ze nog heeft kunnen opdrijven.

Er zij opgemerkt dat men in een midden met een betrekkelijke vochtigheid van 42 % werkte.

Men heeft gepoogd de spanning op meer dan 1200 V te brengen door de condensator D door middel van een spanningsgenerator te laden. Men heeft 6 verschillende condensatoren gebruikt, maar telkens werd het omhulsel omstreeks 1200 V doorslagen.

Zo heeft men een hoeveelheid elektriciteit doen ontstaan :

$$Q = CV = 800 \times 10^{-12} \text{ F} \times 1200 \text{ V} \\ = 960 \times 10^{-9} \text{ Cb}$$

en een energie

$$W = \frac{CV^2}{2} = \frac{800 \times 10^{-12} \times 1200^2}{2} = 0,576 \text{ mJ}$$

d.w.z. niet genoeg om een slagpijpje te doen afgaan.

Remarquons cependant que, si la gaine ne percrait pas, la tension et l'énergie obtenues pourraient être vraisemblablement beaucoup plus élevées.

On a également opéré d'une manière plus proche de la réalité. En effet, la colonne d'explosif n'est pas continue ; c'est une file de cartouches. De plus, la conductibilité de l'explosif n'est pas à comparer à celle d'une feuille d'aluminium.

Aussi a-t-on placé sous une première gaine isolante deux cartouches de Charbrite, dans l'une desquelles on avait introduit une tige de laiton du gabarit d'un détonateur à retard n° 8 (fig. 9). Une

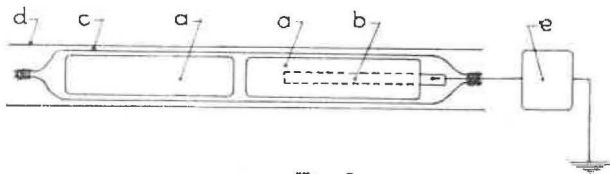


Fig. 9.

Charges d'électricité statique sur gaine plastique (autre procédé).

Ladingen statische elektriciteit op een plasticslang (ander procédé).

a : cartouches de Charbrite - Charbritpatronen — b : tige en laiton - geelkoperen staaf — c : première gaine plastique - eerste plasticslang — d : deuxième gaine plastique - tweede plasticslang — e : voltmètre électrostatique - elektrostatische voltmeter

deuxième gaine cylindrique en polyéthylène de 0,05 mm d'épaisseur, particulièrement apte à développer des charges d'électricité statique, a été passée sur le tout, la tige de laiton étant connectée à un voltmètre électrostatique. Celui-ci donne donc la tension de la tige de laiton par rapport à la terre, la capacité de cette tige combinée à celle du voltmètre étant de 30 pF environ.

Le maximum de la tension qu'on a pu obtenir sur la tige en frottant la gaine extérieure a été de 5 kV, ce qui correspond à une quantité d'électricité de  $150 \times 10^{-9}$  Cb et à une énergie de 0,375 mJ, du même ordre de grandeur que dans le cas précédent.

Remarquons que cette dernière façon d'opérer est encore assez éloignée de la réalité, car le condensateur formé par le voltmètre à plateaux n'existe pas dans la pratique.

La capacité en jeu est beaucoup plus faible et la tension développée par frottement n'est pas forcément plus élevée ; en effet, au cours des essais, cette tension doit dépendre assez peu de la capacité puisqu'on frotte et on recommence l'essai jusqu'à obtenir un maximum. L'énergie disponible sera donc beaucoup plus faible.

Si une capacité d'une certaine importance entre en jeu, c'est par l'intermédiaire du corps du boute-feu, comme dans le cas précédent.

*Possibilité pratique de libérer l'énergie électrique développée par frottement.*

Suivant le schéma de la figure 8, le courant de décharge du condensateur A de 800 pF environ doit passer par le corps du boute-feu et parcourir tout au

Toch zij opgemerkt dat de bekomen spanning en energie waarschijnlijk veel groter zouden kunnen worden indien de slang niet werd doorgeslagen.

Men heeft ook op een andere manier gewerkt die de werkelijkheid dichter benadert. De springstofkolom is immers niet uit één stuk ; het is een rij patronen. Ook is het geleidingsvermogen van de springstof niet te vergelijken met dat van een blad aluminium.

Onder een eerste isolerende slang heeft men twee Charbritepatronen geplaatst, en in één daarvan had men een geelkoperen staaf van de dikte van een tijdslagpijpje n° 8 gestopt (zie figuur 9). Over dit alles werd een cilindervormige slang van polyethyleen van 0,5 mm dikte getrokken, dat bijzonder goed geschikt is om ladingen statische elektriciteit op te wekken, terwijl de geelkoperen staaf met een elektrostatische voltmeter verbonden werd. Deze laatste duidt dus de spanning van de geelkoperen staaf t.o.v. de aarde aan ; de capaciteit van de staaf en de voltmeter samen bedroeg ongeveer 30 pF.

De hoogste spanning die men op de staaf heeft kunnen bekomen door op het buitenste omhulsel te wrijven, bedroeg 5 kV, wat overeenstemt met een hoeveelheid elektriciteit van  $150 \times 10^{-9}$  Cb en een energie van 0,375 mJ, wat nagenoeg even veel is als in het voorgaande geval.

Deze laatste methode staat nog tamelijk ver van de werkelijkheid, want de condensator die de voltmeter met platen is, bestaat in de praktijk niet.

De aanwezige capaciteit is veel kleiner en de door wrijving ontwikkelde spanning is niet noodzakelijk groter ; tijdens de proeven moet deze spanning immers in vrij geringe mate van de capaciteit afhangen, aangezien men wrijft en herbegint tot het maximum bereikt is. De beschikbare energie zal bijgevolg veel kleiner zijn.

Indien een vrij aanzienlijke capaciteit aanwezig is, is het door tussenkomst van het lichaam van de schietmeester, zoals in het voorgaande geval.

*Praktische mogelijkheid om de door wrijving opgewekte elektrische energie vrij te maken.*

Volgens het schema van figuur 8 moet de ontlaadingsstroom van condensator A van ongeveer 800 pF door het lichaam van de schietmeester stromen en ten minste een gedeelte van de springstofkolom doorlopen om de kring in het slagpijpje te sluiten.

Het menselijk lichaam heeft een weerstand van ten minste 1000 ohm en de springstof onder de meest ongunstige omstandigheden nagenoeg 500 ohm.

De ontlaadingskring heeft bijgevolg en weerstand van ten minste 1500 ohm.

moins une partie de la colonne d'explosif pour se fermer dans le détonateur.

La résistance du corps humain est de 1000 ohms au moins et celle de l'explosif, dans les conditions les plus défavorables, de l'ordre de 500 ohms.

Le circuit de décharge comprend donc une résistance de 1500 ohms au moins.

Pour obtenir une dissipation de 1 millijoule par ohm dans ce circuit, c'est-à-dire une énergie à peine suffisante pour faire partir le détonateur en supposant que la décharge traverse le fil de pont, il faudrait que la tension de charge du condensateur de 800 pF soit de 61.000 V, valeur tout à fait inaccessible.

Bien que le cas d'une décharge à travers la matière de l'inflammateur soit éminemment improbable, nous avons chargé un condensateur de 840 pF à différentes tensions et l'avons déchargé dans un circuit comprenant la matière d'un inflammateur et une résistance de 1500 ohms ou de 10.000 ohms. Nous avons obtenu les résultats indiqués au tableau 8.

TABLEAU 8

Nombre de départs de l'inflammateur sur nombre d'essais.

Tension de charge en kV	2	3.5	5
Résistance de 1.500 ohms	0/14	0/14	4/14
Résistance de 10.000 ohms			3/14

Remarquons que la tension ne paraît devenir dangereuse qu'au-delà de 3500 V, alors que dans des conditions éminemment favorables, on n'a pu obtenir par frottement des tensions supérieures à 1200 V.

Il semble donc bien que les charges d'électricité statique éventuellement développées sur les gaines plastiques servant à l'emballage de cartouches d'explosif sont incapables de faire sauter le détonateur d'amorçage. Les spécialistes de la Station de Derne, en Allemagne, nous ont d'ailleurs déclaré être arrivés à la même conclusion.

#### B. Risque d'inflammation du grisou par étincelles.

Dans les cas examinés ci-dessus où l'on a obtenu 1200 V sur une capacité de 800 pF et 5 kV sur 30 pF, il semble bien qu'il n'y ait pas de danger d'inflammation du grisou par étincelles, comme on peut le constater en extrapolant la courbe caractéristique d'inflammation du méthane par décharge de condensateur.

Cependant, au cours du travail, il se peut qu'un aide-boutefeu, muni de chaussures à semelles isolantes, prenne les gaines une par une, les frotte dans ses mains et les passe au boutefeu. Chaque fois qu'il frotte une gaine, il prend une certaine charge

Om in deze kring een opname van 1 millijoule per ohm te bekomen, d.i. een energie die amper volstaat om het slagpijpje te doen afgaan in de veronderstelling dat de ontlading langs de brugdraad plaats heeft, zou de condensator van 800 pF moeten geladen zijn op een spanning van 61.000 V, een waarde die volkomen onbereikbaar is.

Hoewel een ontlading doorheen de stof van de ontsteker uiterst onwaarschijnlijk is, hebben wij een condensator van 840 pF op verschillende spanningen geladen en hem ontladen in een kring waarin de stof van een ontsteker en een weerstand van 1500 of van 10.000 ohm opgenomen waren. De bekomen uitslagen zijn aangeduid in tabel 8.

TABEL 8

Aantal aangevuurde ontstekers op zoveel proeven.

Laadspanning in kV	2	3.5	5
Weerstand van 1.500 ohm	0/14	0/14	4/14
Weerstand van 10.000 ohm			3/14

Er zij opgemerkt dat de spanning pas boven 3500 V gevaarlijk schijnt te worden, dan wanneer men onder uiterst gunstige omstandigheden door wrijving geen spanningen van meer dan 1200 V heeft kunnen bekomen.

Dit schijnt dus wel aan te tonen dat de ladingen statische elektriciteit die eventueel op plasticlangen waarin springstofpatronen verpakt zijn ontstaan, het aanzetslagpijpje niet tot ontploffing kunnen brengen. De specialisten van het Proefstation te Derne, in Duitsland, hebben trouwens verklaard tot hetzelfde besluit te zijn gekomen.

#### B. Gevaar voor de ontvlaming van mijngas door vonken.

In bovenstaande gevallen waar men op een capaciteit van 800 pF 1200 V bekomen heeft en 5 kV op 30 pF, schijnt wel geen gevaar voor de ontvlaming van mijngas door vonken te bestaan, zoals men door extrapolatie van de karakteristieke kromme van de ontvlaming van methaan door ontlading van een condensator kan vaststellen.

Tijdens het werk kan het nochtans gebeuren dat een hulpschietmeester, die schoenen met isolerende zolen draagt, de slangen één na één opneemt, er met de handen op wrijft en ze aan de schietmeester geeft. Telkens wanneer hij op een slang wrijft, neemt hij en bepaalde lading op en verhoogt zijn potentiaal. Dit wordt proefondervindelijk vastgesteld en de spanning van een man op een isolerende plaat polyetyleen van 5 mm dikte, die een capaciteit van 100 pF t.o.v. de aarde vertegenwoordigt, kan door zulke manipulaties 7.000 V ver overschrijden.



et son potentiel augmente. C'est bien ce qu'on constate expérimentalement et la tension d'un homme isolé sur une plaque de polyéthylène de 5 mm d'épaisseur, représentant une capacité de 100 pF par rapport à la terre, peut, à la suite de telles manipulations, dépasser largement 7.000 V.

Si le même homme, placé dans les mêmes conditions, est chargé à différentes tensions et déchargé dans un éclateur rempli d'un mélange de méthane et d'air à 8,5 % de  $\text{CH}_4$ , on constate qu'il y a inflammation dès que la tension dépasse 7.000 V. En extrapolant la courbe caractéristique d'inflammation dont il a déjà été question plus haut, on obtient également une valeur du même ordre.

Remarquons que la tension nécessaire pour faire partir un détonateur par décharge du corps humain dans le fil de pont, le seul type de décharge d'ailleurs qu'on puisse raisonnablement prendre en considération, serait incomparablement plus élevée puisque la résistance du corps intervient dans la dissipation de l'énergie disponible.

Nous avons envisagé le danger des gaines. Mais celles-ci ne sont pas les seuls éléments qui peuvent développer des charges d'électricité statique. On sait que des vêtements en matières synthétiques, qui se prêtent particulièrement à produire de telles charges, conduisent, lorsqu'ils sont portés conjointement avec des chaussures à semelles bien isolantes, à l'apparition par frottement de potentiels élevés sur le corps humain, si les conditions atmosphériques sont favorables, et les énergies mises en jeu sont bien suffisantes pour allumer des mélanges gazeux explosifs (voir la communication n° 14 à la 9<sup>me</sup> Conférence internationale des Directeurs des Stations d'Essais - Bruxelles-Heerlen, 1956 - Phénomènes électrostatiques dans les houillères - Dr E. Wenner de la Versuchsstrecke, Dortmund-Derne).

Par contre, on ne parvient pas à charger, même au moyen d'une machine de Wimshurst, le corps d'un opérateur qui est en contact avec le sol par l'intermédiaire de chaussures à semelles de cuir.

Dans la mine, le risque d'inflammation du grisou par étincelle d'électricité statique, due à la manipulation de gaines plastiques ou au port de vêtements à base de matières synthétiques, disparaît donc si le personnel n'est pas très bien isolé électriquement du sol, c'est-à-dire s'il est, par exemple, muni de chaussures à semelles de cuir. Dans ce cas, le corps humain ne peut se charger et, dès lors, les énergies mises en jeu par les étincelles qui peuvent encore se manifester à la surface des tissus ou des gaines sont insignifiantes.

Il y a lieu également de remarquer que les phénomènes d'électricité statique ne se manifestent que dans une atmosphère dont le degré hygrométrique est inférieur à 70 %. Nos expériences ont été conduites dans une salle conditionnée où ce degré est toujours resté inférieur à 50 %.

Indien die man, in dezelfde toestand geplaatst, op verschillende spanningen geladen wordt en daarna ontladen in een vonkenbrug gevuld met een mengsel van methaan en lucht met 8,5 %  $\text{CH}_4$ , stelt men vast dat het mengsel ontvlamt zodra de spanning 7.000 V te boven gaat. Door extrapolatie van de karakteristieke ontvlammingskromme, waarvan hierboven sprake was, bekomt men nagenoeg dezelfde waarde.

Er zij opgemerkt dat een veel grotere spanning zou nodig zijn om een slagpijpje door de ontlading van het menselijk lichaam langs de brugdraad, de enige manier van ontlading trouwens die redelijkerwijze in overweging kan worden genomen, te doen afgaan, aangezien de weerstand van het menselijk lichaam in de opname van de beschikbare energie een rol speelt.

Wij hebben het gevaar van de slangen behandeld. Maar dit zijn niet de enige bestanddelen die ladingen statische elektriciteit kunnen doen ontstaan. Zoals men weet, doen kledingstukken van synthetische stoffen, die bijzonder goed geschikt zijn om zulke ladingen voort te brengen als zij samen met schoenen met goed isolerende zolen gedragen worden, door wrijving hoge potentialen op het menselijk lichaam ontstaan, wanneer de weersomstandigheden gunstig zijn; de voortgebrachte energie is groot genoeg om ontplofbare gasmengsels aan te steken (zie mededeling n° 14 van de Negende Internationale Conferentie van Directeurs van Proefstation - Brussel-Heerlen, 1956 - Phénomènes électrostatiques dans les houillères - Dr E. Wehner van de Versuchsstrecke Dortmund-Derne).

Daarentegen slaagt men er niet in, zelfs niet met een machine van Winshurst, het lichaam van een operator die met schoenen met lederen zolen op de grond staat, te laden.

Indien het personeel in kolenmijnen niet zeer goed geïsoleerd is t.o.v. de grond, d.w.z. indien het bijvoorbeeld schoenen met lederen zolen draagt, is er bijgevolg geen gevaar voor de ontvlaming van mijngas door vonken van statische elektriciteit die door het hanteren van plastic slangen of door het dragen van kledingstukken van synthetische stoffen kunnen ontstaan.

In dat geval kan het menselijk lichaam geen lading opdoen; de energie van vonken die aan de oppervlakte van de weefsels of van de slangen nog kunnen ontstaan is dan ook onbeduidend.

Ook dient opgemerkt dat verschijnselen van statische elektriciteit enkel in een midden met een vochtigheidsgraad van minder dan 70 % worden waargenomen. Onze proeven werden verricht in een regelbare zaal, waar deze graad altijd beneden 50 % gebleven is.

Voortgaande op de uitslagen van deze studie, zijn wij zinnens aan de Directeur-Generaal der Mijnen een maatregel voor te stellen die het gevaar

En conséquence des résultats de cette étude, nous comptons proposer au Directeur Général des Mines une mesure que nous estimons tout à fait efficace contre le danger des charges d'électricité statique : l'interdiction pour le personnel du fond de porter des chaussures à semelles isolantes. Toutefois, là où il y a de l'eau, le port de bottes en caoutchouc pourrait être autorisé, étant donné que le degré hygrométrique doit y être suffisamment élevé pour empêcher l'apparition de charges d'électricité statique.

11422. *Etude au point de vue du danger d'inflammation du grisou à l'occasion du tir.*

La matière plastique constituant la gaine est plus ou moins inflammable. On peut imaginer que, dans certaines conditions de tirs, elle s'allume sous l'influence des produits explosifs en réaction et enflamme une atmosphère grisouteuse. Nous avons voulu estimer ce danger en tirant un explosif à ions échangés contenu dans une gaine plastique, en mortier long cylindrique et en chambre à parois parallèles rapprochées.

*Tirs en mortier long cylindrique (fig. 10).*

La charge de Charbrite 418 sous gaine en P.V.C. est introduite dans le fourneau de 1,90 m de longueur et de 52 mm de diamètre, avec amorçage postérieur. On laisse un vide de 20 mm à l'entrée du fourneau et on ferme celui-ci au moyen d'une plaque d'argile de 8 à 15 mm d'épaisseur.

Le mortier débouche pour le tir dans la chambre d'explosion de la galerie, remplie d'un mélange inflammable de grisou et d'air.

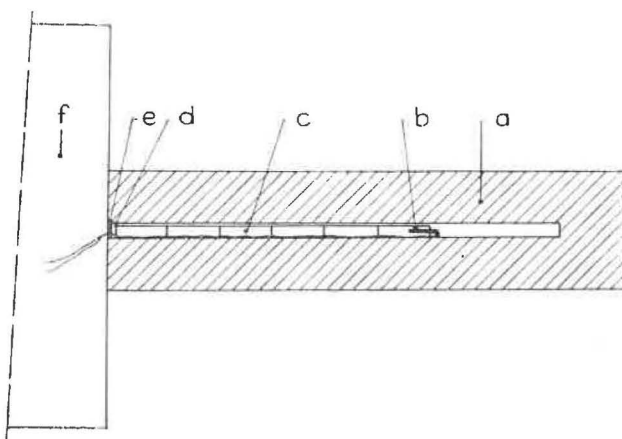


Fig. 10.

Tir de charge sous gaine plastique en mortier long.  
Schietproeven in een lang cilindervormige mortier met een lading onder plasticslang.

a : mortier - mortier — b : cartouche amorcée avec son détendeur - slagpatroon met slagpijpje — c : charge - lading — d : intervalle d'air de 20 mm - ruimte van 20 mm lucht — e : disque obturateur (acier, schiste, argile) - schijfje (staal, leisteen, klei) — f : chambre d'explosion - ontploffingskamer

verbonden aan ladingen statische elektriciteit naar onze mening volkomen uitschakelt : aan het ondergronds personeel n.l. verbieden schoenen met isolerende zolen te dragen. Waar water aanwezig is, zouden nochtans rubberen laarzen mogen gedragen worden, omdat de vochtigheidsgraad er hoog genoeg moet zijn om het ontstaan van ladingen statische elektriciteit te verhinderen.

11422. *Studie van het gevaar voor de ontvlaming van mijngas bij het schieten.*

Het plastic van de slang is in zekere mate ontvlambaar. Men kan zich voorstellen dat het onder bepaalde schietomstandigheden door de inwerking van de ontploffende stoffen ontvlamt en de mijngashoudende lucht aansteekt. Om dat gevaar te beoordelen, hebben wij een springstof met ionenuitwisseling, in een plasticslang geborgen, in een lang cilindervormig mortier en in een kamer met dicht bij elkaar staande evenwijdige wanden afgevuurd.

*Schietproeven in een lang cilindervormig mortier (zie fig. 10).*

De Charbrite 418-lading, in een slang van P.V.C. geborgen, wordt in het gat van 1,90 m lengte en 52 mm doormeter gestopt, met de ontsteking langs achter. Vooraan wordt een ledige ruimte van 20 mm gelaten, waarna het gat door middel van een kleien schijfje van 8 à 15 mm dikte gesloten wordt.

Voor de schietproef mondt het mortier uit in de ontploffingskamer van de proefgalerij, die met een ontvlambaar lucht- en mijngasmengsel gevuld is.

Met ladingen van 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 en 14 patronen heeft men telkens 4 schoten afgevuurd zonder één ontvlaming te bekomen, en 20 schoten met een lading van 15 patronen, waarbij zich twee ontvlamingen hebben voorgedaan.

Met deze schietmethode (zie randnummer 115) bekomt men zonder plasticslang al ontvlamingen met een lading van 9 patronen.

*Schietproeven in een kamer met dicht bij elkaar staande evenwijdige wanden (zie fig. 11).*

Een patroon van 100 g (doormeter 30 mm), die in een plasticen omhulsel van P.V.C. zit, wordt aangezet en op halve hoogte in een balkvormige kamer, waarvan de twee zijwanden 1 m hoog en 10 cm van elkaar verwijderd zijn, opgehangen. Deze kamer, die langs boven normaal open is, wordt in een kuip van ongeveer 10 m<sup>3</sup> inhoud geplaatst. Langs een pijp (t) voor bestendige toevoer in het onderste gedeelte wordt zij met een ontvlambaar mijngashoudend mengsel gevuld. Zij kan met een blad papier gesloten worden, ofwel open blijven. In het laatste geval vult het ontvlambaar mengsel de kuip van 10 m<sup>3</sup> zelf.



On a effectué 4 tirs à chacune des charges 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14 cartouches sans obtenir d'inflammation, et 20 tirs à la charge de 15 cartouches, lesquels ont donné 2 inflammations.

Cette méthode de tir (voir marginal 115) donne déjà, lorsqu'on n'utilise pas de gaine plastique, des inflammations à la charge de 9 cartouches.

*Tir en chambre à parois parallèles rapprochées* (fig. 11).

Une cartouche de 100 g (diamètre 30 mm) sous une gaine plastique de P.V.C. est amorcée d'un détonateur et suspendue à mi-hauteur d'une chambre parallélépipédique dont les deux parois principales ont 1 m de côté et sont écartées de 10 cm. Cette chambre, normalement ouverte vers le haut est disposée dans une cuve d'un volume de 10 m<sup>3</sup> environ. Elle est remplie d'un mélange grisouteux inflammable par une rampe « t » d'alimentation continue située à la partie inférieure. Elle peut, ou bien être fermée par une feuille de papier, ou bien rester ouverte. Dans ce dernier cas, la cuve de 10 m<sup>3</sup> est elle-même remplie d'un mélange inflammable.

On a effectué 220 tirs dans ces conditions en utilisant des détonateurs instantanés et à court-retard des marques P.R.B., D.A.G. et I.C.I. sans obtenir d'inflammation.

Il semble donc que la gaine plastique en P.V.C. ne présente, par elle-même, aucun danger d'inflammation du grisou. Par ailleurs, nous avons constaté que le P.V.C. brûle au contact d'une flamme, mais que la combustion s'arrête dès que l'on retire la flamme.

### 115. Etude de l'amorçage postérieur.

On sait que, dans le cas de l'amorçage postérieur, le risque d'inflammation du grisou par coup de mine débouillant s'accroît considérablement lorsque l'orifice du fourneau est fermé par un bourrage mince, comme, par exemple, une plaquette métallique ne résistant que par sa seule inertie.

En 1963, nous avons soumis les explosifs des types III (Nitrocooppalite V) et IV (Arionite et Charbrite 418) à des tirs de ce type en mortier long à fourneau cylindrique de 1,90 m de longueur et de 32 ou 40 mm de diamètre.

Les cartouches de 100 g d'explosif sont placées en file continue dans le fourneau et celui-ci est obturé par un disque d'acier, ou de schiste ou d'argile. On laisse toujours un espace vide de 20 mm de longueur, entre le disque obturateur et la charge (fig. 10).

Lors du tir, le coup de mine débouche dans la chambre d'explosion de la galerie expérimentale, remplie d'une atmosphère grisouteuse inflammable.

A remarquer que les cartouches d'Arionite et de Charbrite 418 (type IV) ont un diamètre de 30 mm

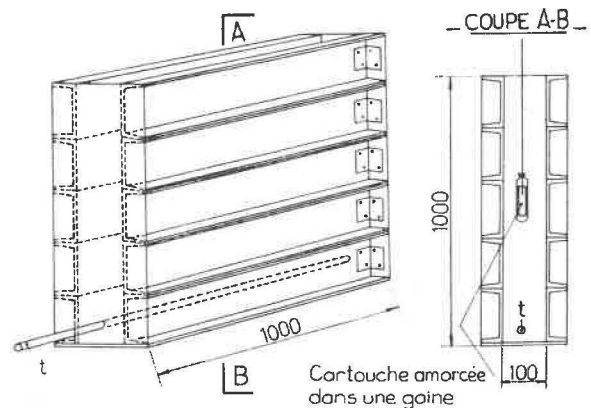


Fig. 11.

Tir en chambre à parois parallèles.  
Schietproeven in een kamer met dicht bij elkaar staande evenwijdige wanden.

coupe AB - doorsnede AB — cartouche amorcée dans une gaine - slagpatronen in een plasticslang

Op 220 schietproeven onder deze omstandigheden met momentslagpijppjes en met slagpijppjes met geringe vertraging van de merken P.R.B., D.A.G. en I.C.I. verricht, werd geen enkele ontvlaming bekomen.

Een plasticslang van P.V.C. schijnt dus zelf geen gevaar voor de ontvlaming van mijn gas op te leveren. Wij hebben bovendien vastgesteld dat P.V.C. in een vlam wel brandt, maar dat de verbranding ophoudt zodra men de vlam verwijdert.

### 115. Studie van de ontsteking langs achter.

Bij schietproeven met ontsteking langs achter neemt het gevaar voor de ontvlaming van mijn gas door een uitblazer (propschot) aanzienlijk toe wanneer de opening van het gat met een dunne prop gesloten is, zoals b.v. een metalen plaatje dat alleen door zijn inertie weerstand biedt.

In 1963 hebben wij springstoffen van de types III (Nitrocooppalite V) en IV (Arionite en Charbrite 418) aan zulke schietproeven in een lang mortier met een cilindervormige opening van 1,90 m lengte en 32 of 40 mm doormeter onderworpen.

De patronen van 100 g springstof worden in een gesloten rij in het mijn gat gestopt, dat vervolgens met een schijf van staal, van leisteen of van klei gesloten wordt. Tussen het stopsel en de lading laat men altijd een ledige ruimte van 20 mm lengte (zie fig. 10).

Tijdens het afvuren mondt het mortier uit in de ontploffingskamer van de proefgalerie, die met een ontvlambaar mijn gas houdend mengsel gevuld is.

Er zij opgemerkt dat patronen van Arionite en Charbrite 418 (type IV) een doormeter van 30 mm hebben en ommantelde patronen van Nitrocooppalite type III een doormeter van 36 mm. De eerste



et celles de Nitrocooppalite gainées (type III) un diamètre de 36 mm. Les premières peuvent être tirées dans l'un ou l'autre mortier ; les cartouches de Nitrocooppalite, par contre, ne peuvent être introduites que dans le mortier de 40 mm de diamètre.

Les résultats des tirs sont donnés au tableau 9.

kunnen in de twee mortieren afgevuurd worden ; de Nitrocooppalite patronen kunnen daarentegen enkel in het mortier met een doormeter van 40 mm gestopt worden.

De uitslagen van de schietproeven zijn aangeduid in tabel 9.

TABLEAU 9

*Tirs avec plaquette et amorçage postérieur.*

Explosifs	Ø du fourneau mm	Plaquette (disque)		Nombre de cartouches		Résultats	
		nature	épaisseur mm	paraffinées	non paraffinées		
Arionite	32	schiste	4	10		5/5	
		argile	8	7		0/5	
		id.		8		1/5	
		id.		9		2/5	
		id.		10		10/10	
		id.			10		0/2
		id.			11		0/1
		id.			12		0/5
		id.			13		1/5
		id.			14		2/5
	id.			15		1/1	
	40	schiste	4	10		0/5	
		argile	8	10		0/5	
		id.		15		0/5	
	Charbrite 418	32	acier	1	9		0/10
schiste			4	9		0/10	
argile			8	9		2/20	
id.				10		1/5	
id.				11		1/2	
id.				12		2/5	
id.					12		0/3
id.					13		0/2
id.					15		0/5
Nitrocooppalite V gainée			40	acier	1	9	
	schiste	4		9		0/10	
	argile	8		9		0/10	

TABEL 9

Schietproeven met plaatje en ontsteking langs achter.

Springstoffen	Ø van het gat mm	Plaatje (schijfje)		Aantal patronen		Uitslagen	
		Aard	Dikte (mm)	Geparaffi- neerd	Niet gepa- raffineerd		
Arionite	32	leisteel	4	10		5/5	
		klei	8	7		0/5	
		id.		8		1/5	
		id.		9		2/5	
		id.		10		10/10	
		id.			10		0/2
		id.			11		0/1
		id.			12		0/5
		id.			13		1/5
		id.			14		2/5
	id.			15		1/1	
	40	leisteel	4	10		0/5	
		klei	8	10		0/5	
		id.		15		0/5	
	Charbrite 418	32	staal	1	9		0/10
leisteel			4	9		0/10	
klei			8	9		2/20	
id.				10		1/5	
id.				11		1/2	
id.				12		2/5	
id.					12		0/3
id.					13		0/2
id.					15		0/5
Ommantelde nitrocoopalite V	40	staal	1	9		0/10	
		leisteel	4	9		0/10	
		klei	8	9		0/10	

L'examen de ce tableau appelle les remarques suivantes :

— Les tirs d'Arionite ou de Charbrite 418 en fourneau de 32 mm donnent des inflammations à partir respectivement de 800 et 900 g. Ce mode d'épreuve fait apparaître le danger de l'amorçage

Deze tabel geeft aanleiding tot de volgende opmerkingen :

— Schietproeven met Arionite of Charbrite 418 in een gat van 32 mm geven ontvlamingen onderscheidenlijk vanaf 800 en 900 gram. Deze proeven doen het gevaar verbonden aan de ontsteking langs

postérieur car avec l'amorçage antérieur aucune inflammation ne se produit, quelle que soit la charge qui peut atteindre 1.600 grammes dans notre mortier.

— La paraffine enrobant les cartouches a une influence défavorable sur la sécurité vis-à-vis du grisou. Cependant, il ne faut pas en conclure que l'opération du paraffinage est à supprimer dès à présent. Ce serait diminuer la protection de l'explosif contre l'humidité atmosphérique et risquer une perte d'aptitude à la détonation pendant le magasinage avec apparition de conditions favorables à la déflagration, ce qui serait peut-être encore plus grave. L'absence de paraffine n'annule d'ailleurs pas la probabilité d'inflammation par ce mode de tir. Ce que l'on peut dire, c'est qu'il faut essayer de trouver un moyen plus sûr que le paraffinage pour assurer la protection de l'explosif contre l'humidité.

— La gaine de la Nitrocooppalite V diminue le risque d'inflammation par cette épreuve.

#### 116. Mesure de la vitesse de détonation.

Au cours de cette année, nous avons développé la méthode Dautriche de mesure de la vitesse de détonation des explosifs. Elle est plus facile à appliquer que la méthode photographique, notamment lorsqu'il s'agit de mesures à effectuer sur des explosifs tirés à l'air libre dans leur conditionnement industriel ou mis en œuvre sous confinement.

La méthode photographique exige, en effet, que l'explosif soit ou tassé en tube transparent, ou dénudé tout au moins en quelques points du côté de l'objectif de la camera.

##### Principe.

Le principe de la méthode Dautriche est le suivant (fig. 12).

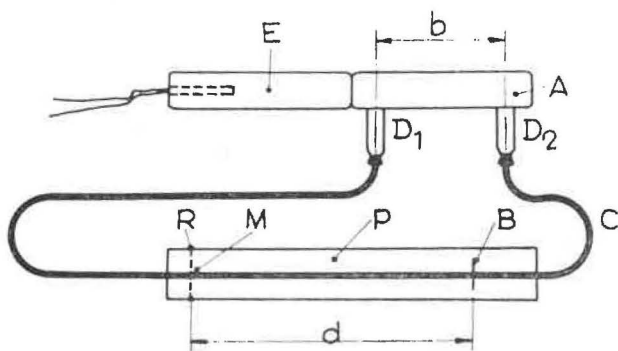


Fig. 12.

Méthode Dautriche.  
Methode van Dautriche.

A: cartouche d'explosif - springstofpatroon —  $D_1$ ,  $D_2$ : détonateurs du type à mèche - slagpijpje van het type voor lont — E: cartouche amorce avec son détonateur - slagpatroon met slagpijpje — C: cordeau détonant étaloné - standaardslagkoord — P: plaque d'aluminium - plaat van aluminium — M: point milieu du cordeau détonant - midden van de slagkoord — R: repère sur la plaque P - merkstreep op de plaat — B: point de rencontre des ondes explosives dans le cordeau - ontmoetingspunt van de ontploffingsgolven in de koord

achter uitschijnen, want met de ontsteking langs vóór doen zich geen ontvlamingen voor, om het even hoe groot de lading is, die in ons mortier 1.600 g kan bereiken.

— De paraffine rond de patronen heeft een ongunstige invloed op de veiligheid t.a.v. mijngas. Maar hieruit mag niet afgeleid worden dat het paraffineren nu moet afgeschaft worden. Hierdoor zou de springstof minder goed tegen de vochtigheid van de lucht beschermd zijn, zodat de detonatiegeschiktheid tijdens het bewaren zou kunnen verminderen, wat misschien nog erger zou zijn wegens de mogelijkheid van deflagratie. Ook zonder paraffine geeft deze methode trouwens een kans op ontvlaming. Men kan alleen zeggen dat een veiliger middel dan het paraffineren zou moeten gevonden worden om springstoffen tegen de vochtigheid te beschermen.

— De ommanteling van Nitrocooppalite V doet het ontvlammingsgevaar bij deze proef afnemen.

#### 116. Het meten van de detonatiesnelheid.

In de loop van het jaar hebben wij de methode van Dautriche voor het meten van de detonatiesnelheid van springstoffen ontwikkeld. Zij is gemakkelijker toe te passen dan de fotografische methode, meer bepaald als het gaat om metingen op springstoffen die in de vrije lucht in hun industriële verpakking of onder insluiting afgevuurd worden.

Voor de fotografische methode is immers vereist dat de springstof in een doorschijnende buis opgehoopt zit, ofwel ten minste op enkele punten aan de kant van de lens van de camera ontbloot is.

##### Beginsel.

De methode van Dautriche berust op het volgende beginsel (zie fig. 12).

De beproefde springstof heeft de vorm van een cilindervormig patroon A.

Dwars op deze patroon legt men of in de patroon steekt men, op een afstand  $b$  van elkaar, de slagpijpjes  $D_1$  en  $D_2$ , die op de uiteinden van een eind slagkoord C gewurgd zijn. De koord ligt op een plaat van aluminium P, met het midden juist op een merkstreep R. Wanneer de patroon ontploft, heeft de ontploffingsgolf enige tijd ( $t$ ) nodig om de afstand  $b$  af te leggen. In de slagkoord vangt de detonatie eerst aan één uiteinde  $D_1$  aan en vervolgens aan het andere  $D_2$  met een vertraging ( $t$ ). De overeenkomstige golven lopen naar elkaar toe; op de plaat van aluminium laten zij een spoor na en op de plaats waar zij samenkomen, tekenen zij op dat spoor een zeer duidelijke dwarsstreep B als van een beitel. De afstand tussen deze streep B en de merkstreep R, die het midden van de koord aangaf, is gelijk aan  $d$ .



L'explosif à l'épreuve se présente sous forme de cartouche cylindrique A. On pose transversalement sur cette cartouche ou l'on y introduit, à une distance  $b$  l'un de l'autre, les détonateurs  $D_1$  et  $D_2$  coiffant les extrémités d'un tronçon de cordeau détonant C. Le cordeau passe sur une plaque d'aluminium P où son point milieu M est mis en coïncidence avec un repère R. Lors de l'explosion de la cartouche, l'onde explosive met un certain temps ( $t$ ) à parcourir la distance  $b$ . Dans le cordeau, la détonation est amorcée d'abord à une extrémité  $D_1$  puis à l'autre  $D_2$  avec un retard ( $t$ ). Les ondes correspondantes progressent l'une vers l'autre; elles laissent une trace sur la plaque d'aluminium et, à l'endroit où elles se rencontrent, impriment sur cette trace comme un trait de burin transversal très net B. Ce trait est distant d'une longueur  $d$  du repère correspondant au point milieu du cordeau.

Si l'on mesure exactement  $b$  et  $d$  et si l'on connaît la vitesse  $V_0$  de détonation du cordeau, on peut calculer la vitesse  $V$  de détonation de l'explosif par la formule

$$V = \frac{V_0 \times b}{2d}$$

**Mode opératoire.**

Pour la mesure à l'air libre, nous avons adopté le mode opératoire ci-après.

On dispose en file continue sur un socle d'acier 4 cartouches dont on a coupé les fonds de papier. La première est amorcée d'un détonateur n° 8.

On coupe par sections nettes, sans épandre la penthrite de l'âme, un tronçon de longueur appropriée (généralement 1 m) de cordeau détonant étaloné. On en marque le milieu avec précision. Chaque bout du tronçon est coiffé d'un détonateur du type à mèche. On s'assure que l'extrémité du cordeau est bien en contact avec l'initiant du détonateur et on sertit celui-ci au moyen d'une pince ad hoc.

Les deux détonateurs sont disposés parallèlement l'un à l'autre, à la distance  $b$  d'axe en axe, et maintenus dans cette position au moyen du dispositif représenté à la figure 13.

Les détonateurs sont introduits transversalement dans la colonne explosive jusqu'à ce que leur fond soit sur l'axe.

Le cordeau détonant est placé sur une plaque d'aluminium de  $200 \times 50 \times 5$  mm, de telle façon que son point milieu coïncide avec un repère gravé sur la plaque près d'un petit côté.

Les détonateurs utilisés sont du type à mèche à tube métallique à fond plat et de diamètre approprié à celui du cordeau. Ils contiennent comme charge explosive de l'initiant (fulminate de mercure ou azoture de plomb résorciné) comprimé sur 2 mm de hauteur, sans opercule.

Als men de afstanden  $b$  en  $d$  nauwkeurig meet en de detonatiesnelheid  $V_0$  van de slagkoord kent, kan men de detonatiesnelheid  $V$  van de springstof berekenen door middel van de formule

$$V = \frac{V_0 \times b}{2d}$$

**Werkwijze.**

Voor het meten in de vrije lucht zijn wij als volgt te werk gegaan.

Vier patronen waarvan de papieren bodems weggesneden zijn, worden in een gesloten rij op een stalen voetstuk gelegd. De eerste wordt aangezet met een slagpijpje n° 8.

Zonder penthriet te morsen, snijdt men een passend eind (meestal 1 m) standaardslagkoord scherp af. Het midden ervan wordt nauwkeurig aangeduid. Op ieder uiteinde van de koord wordt een slagpijpje van het type voor lont gewurgd.

Men vergewist er zich van dat het uiteinde van de koord goed in aanraking is met de knalstof van het slagpijpje, dat men vervolgens met een wurgtang dichtnijpt.

De twee slagpijpjes worden evenwijdig en op een afstand  $b$  (van as tot as) van elkaar geplaatst en door een inrichting zoals afgebeeld in figuur 13 in die stand gehouden.

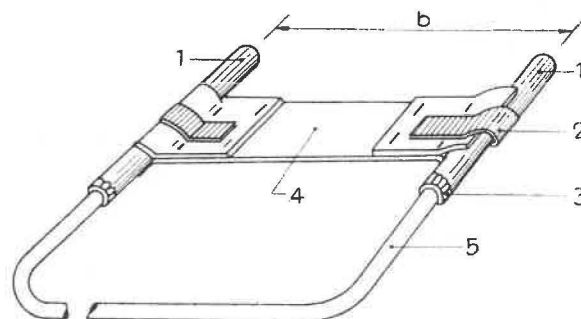


Fig. 13.

Mode opératoire (méthode Dautriche).  
Werkwijze (methode van Dautriche).

- 1 : détonateur - slagpijpje — 2 : bande adhésive - kleeflint
- 3 : sertissage - wurging — 4 : carton fort : stevig bordpapier — 5 : cordeau détonant - slagkoord

De slagpijpjes worden dwars in de springstofkolom gestoken tot de bodem in de aslijn zit.

De slagkoord wordt op een plaat van aluminium van  $200 \times 50 \times 5$  mm geplaatst, en wel zo dat het midden juist op een in de plaat dicht bij een van de korte zijden gegrifte merkstreep ligt.

Men gebruikt metalen slagpijpjes voor lont met een platte bodem, en met een doormeter, welke aan die van de slagkoord aangepast is. Zij bevatten een lading samengeperste initiaalspringstof (knalkwik of

Le cordeau détonant est du type souple à la penthrite.

#### Comparaison avec la méthode photographique.

Les deux méthodes ont donné des résultats assez concordants. Notamment pour l'Arionite, on a obtenu les vitesses de détonation ci-après :

a) méthode photographique :	1732 m/s
b) méthode Dautriche :	1790 m/s

#### Résultats des mesures.

On a effectué au total 60 tirs dont les résultats moyens sont donnés ci-après.

Explosif classique au nitrate ammonique : Sabulite.  
— tiré à l'air libre :

explosif nu	3040 m/s ± 60 m/s
explosif avec gaine pulvérulente	3055 m/s ± 25 m/s
explosif avec gaine rigide	3500 m/s ± 45 m/s

Explosifs à ions échangés :

Charbrite 418 à l'air libre	1470 m/s
en tube d'acier (400 × 31.5/41.5)	1560 m/s

Arionite à l'air libre	1790 m/s
en tube d'acier (400 × 31.5/41.5)	2005 m/s

### 117. Tirs d'explosifs de sûreté sous pression d'eau.

Le tir en veine à infusion pulsée nécessite l'utilisation d'un explosif résistant à l'eau, c'est-à-dire contenant une forte proportion de nitroglycérine. Un tel explosif n'est de sécurité vis-à-vis du grisou et des poussières de charbon que s'il est tiré sous eau. Cette condition entraîne l'obligation de miner coup par coup car, au cours d'un tir à retard, l'un ou l'autre fourneau peut être détérioré par l'explosion d'une mine voisine et se vider. Dans un tel cas, l'explosif qu'il contient saute sans sa protection.

Pour pouvoir miner à retard, on a pensé à utiliser un explosif de sûreté en cartouches placées en file sous tube plastique souple, soudé à ses extrémités de façon à être étanche à l'eau. Le détonateur d'amorçage n'est plus introduit dans la charge, mais appliqué contre elle à l'extérieur de la gaine.

Aux essais, l'étanchéité de la gaine s'est montrée suffisante sous des pressions d'eau de 25, 50 et 75 kg/cm<sup>2</sup> maintenues pendant 15 minutes. Cependant, si l'on fait glisser la charge, placée dans sa gaine, sur une longueur d'un mètre d'une surface dont la rugosité est comparable à celle de certains fourneaux de mine, la gaine se perce et, après mise d'une telle charge sous pression d'eau de 25 kg/cm<sup>2</sup> pendant un quart d'heure, l'explosif ne détone plus.

loodazide met trinitroresorcinaat) van 2 mm hoogte, die door geen binnenhoedje is afgedekt.

De slagkoord is van het soepele type met penthriet.

#### Vergelijking met de fotografische methode.

De uitslagen van de twee methodes stemmen tamelijk goed met elkaar overeen. Meer bepaald voor Arionite heeft men de volgende detonatiesnelheden bekomen.

a) fotografische methode :	1732 m/s
b) methode van Dautriche :	1790 m/s

#### Uitslagen van de metingen.

In totaal werden 60 schietproeven verricht, waarvan de gemiddelde uitslagen hierna aangeduid zijn.

Klassieke springstof met ammoniumnitraat : Sabulite.

— in de vrije lucht afgevuurd :

blote springstof	3040 m/s ± 60 m/s
springstof met poeder- vormige ommanteling	3055 m/s ± 25 m/s
springstof met stijve om- manteling	3500 m/s ± 45 m/s

Springstoffen met ionenuitwisseling :

Charbrite 418 in de vrije lucht	1470 m/s
in een stalen buis (400 × 31.5/41.5)	1560 m/s
Arionite in de vrije lucht	1790 m/s
in een stalen buis (400 × 31.5/41.5)	2005 m/s

### 117. Schietproeven met veiligheidsspringstoffen onder waterdruk.

Voor schietwerk in kolenlagen onder waterdruk moeten watervast springstoffen gebruikt worden, d.w.z. springstoffen die veel nitroglycerine bevatten. Zulke springstoffen zijn maar veilig tegen mijngas en kolenstof als zij onder water afgevuurd worden. Dit betekent dat iedere mijn afzonderlijk moet afgevuurd worden, want bij tijdschieten zou het ene of andere mijngat door de ontploffing van een naburige mijn kunnen beschadigd worden en leeglopen. Dan ontploft de springstof die er in zit zonder bescherming.

Om tijdschieten mogelijk te maken, heeft men gedacht een veiligheidsspringstof in patronen die op een rij in een soepele plasticslang zitten waarvan de uiteinden waterdicht gelast zijn te gebruiken.

Het aanzetslagpijpje wordt niet meer in de lading gestoken, maar er buiten het omhulsel tegen aangebracht.

La gaine proposée était donc trop fragile et d'ailleurs facilement inflammable car en polyéthylène ordinaire.

Une charge de 3 cartouches d'un explosif du type IV, placée sous gaine étanche, et tirée dans un tube d'acier de 50/60 mm de diamètre, disposé verticalement et contenant de l'eau, a donné lieu à une détonation incomplète avec émission de fumées brunes à odeur nitreuse. Il est vraisemblable qu'il y avait eu déflagration.

Deux autres tirs effectués dans les mêmes conditions ont donné une détonation complète.

En résumé, actuellement, le procédé proposé :

- exige un amorçage latéral (et non axial) et le détonateur peut se déplacer lors de l'introduction de la charge dans le fourneau,
- ne met pas sûrement l'explosif à l'abri de l'eau,
- peut créer des conditions favorables à la déflagration.

### 118. Tirs au rocher.

#### *Influence de l'explosion d'une mine sur un fourneau voisin.*

Dans notre galerie de Crachet-Grand Trait, creusée dans un banc de grès, nous avons commencé une série de tirs pour voir de quelle façon l'explosion d'une mine peut agir sur la charge d'un trou voisin.

Le procédé consiste à forer, dans un même joint de stratification, jusqu'à la profondeur de 1,20 m à 1,30 m, deux trous parallèles et distants de 25 ou 45 cm. Le taillant utilisé a un diamètre de 39 mm (fig. 14).

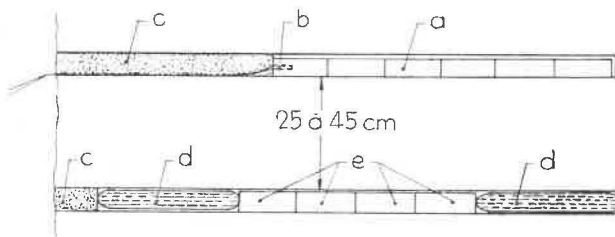


Fig. 14.

Tirs au rocher.

Schietproeven in het gesteente.

a : charge explosive - springlading — b : détonateur - slagpijpje — c : bourrage d'argile - kleiopstopping — d : ampoule hydraulique - waterampul — e : cartouches d'explosif - springstofpatronen

Le premier fourneau est chargé de 5 ou 6 cartouches d'un explosif à ions échangés. Cette charge est amorcée antérieurement et bourrée à l'argile sur 40 cm de longueur.

Dans le deuxième fourneau, sont placées, entre deux ampoules d'eau de 30 cm de longueur, 4 à 6 cartouches d'un explosif à ions échangés. L'ampoule

Tijdens de proeven bleek de waterdichtheid van het omhulsel voldoende te zijn onder een waterdruk van 25, 50 en 75 kg/cm<sup>2</sup> gedurende 15 minuten. Maar laat men de lading in de slang een meter ver over een oppervlakte glijden die even ruw is als die van sommige mijngaten, dan scheurt het omhulsel en nadat een dergelijke lading een kwartier lang onder een waterdruk van 25 kg/cm<sup>2</sup> gestaan heeft, ontploft de springstof niet meer.

De voorgestelde slang was dus te licht en trouwens licht ontvlambaar ook, want zij was van gewoon polyethyleen.

Een lading van drie patronen van een springstof van type IV, die in een waterdichte slang zat en in een rechtstaande stalen buis van 50/60 mm doorsnede die water bevatte afgevuurd werd, heeft een onvolledige ontploffing met bruine rook met nitraat-reuk opgeleverd. Waarschijnlijk had zich een deflagratie voorgedaan.

Twée andere schietproeven onder dezelfde omstandigheden uitgevoerd, hebben een volledige detonatie opgeleverd.

Kortom, op dit ogenblik :

- vereist het voorgestelde procédé een zijdelingse aanzetting (en niet in de as) en kan het slagpijpje zich verplaatsen terwijl de lading in het mijngat gebracht wordt,
- is de springstof niet met zekerheid tegen het water beveiligd,
- kan het procédé een gunstige toestand voor deflagratie scheppen.

### 118. Schietproeven in het gesteente.

#### *Invloed van de ontploffing van een mijn op een naburig mijngat.*

In onze galerij van Crachet-Grand Trait, die in een zandsteenbank gegraven is, zijn wij begonnen met een reeks schietproeven om na te gaan welke uitwerking de ontploffing van een mijn op de lading van een naburig mijngat kan hebben.

Het procédé bestaat hierin dat in éénzelfde stratificatievoeg twee evenwijdige gaten van 1,20 m à 1,30 m diepte op 25 of 45 cm van elkaar geboord worden. De gebruikte boor heeft een doorsnede van 39 mm (zie fig. 14).

Het eerste mijngat wordt geladen met 5 of 6 patronen van een springstof met ionenuitwisseling. Deze lading wordt langs vóór aangezet en met een kleirop van 40 cm opgestopt.

In het tweede mijngat worden 4 à 6 patronen van een springstof met ionenuitwisseling tussen twee



proche de l'orifice est calée par un bourrage d'argile de 10, 20 ou 30 cm de longueur.

Cent tirs ont été effectués de cette façon. Septante-deux d'entre eux ont donné lieu à une détérioration plus ou moins grave du second fourneau : amputation, expulsion du bourrage, et parfois de la première cartouche, déplacement ou compression des cartouches.

Ces résultats sont résumés au tableau 10.

waterampullen van 30 cm lengte geplaatst. De ampul aan de mond wordt door een kleiopstopping van 10, 20 of 30 cm geblokkeerd.

Honderd schietproeven werden aldus verricht. Tweeënzeventig maal werd het tweede mijngat vrij erg beschadigd : onthoofding, uitwerping van de prop en soms van de eerste patroon, verplaatsing of samendrukking van de patronen.

De uitslagen zijn aangeduid in tabel 10.

TABLEAU 10

Distance entre fournaux	25 cm			45 cm		
	10	20	30	10	20	30
Longueur du bourrage du fourneau non amorcé en cm	10	20	30	10	20	30
Nombre total de tirs	19	15	27	14	8	17
Nombre de cas de détérioration du second fourneau (y compris les amputations)	17	15	18	12	2	8
Nombre de cas d'amputation du second fourneau	5	12	6	6	2	5

TABEL 10

Afstand tussen de mijngaten	25 cm			45 cm		
	10	20	30	10	20	30
Lengte van de opstopping van het niet aangezette mijngat in cm	10	20	30	10	20	30
Totaal aantal schietproeven	19	15	27	14	8	17
Aantal gevallen van beschadiging van het tweede mijngat (onthoofdingen inbegrepen)	17	15	18	12	2	8
Aantal gevallen van onthoofding van het tweede mijngat	5	12	6	6	2	5

Une seule fois, on a constaté un effet thermique de la première mine sur la seconde ; la paraffine enrobant les cartouches de celle-ci avait fondu.

Etant donné la fréquence des cas de détérioration du second fourneau, quelles que soient la distance entre les deux mines et la longueur du bourrage de la seconde, on doit conclure de ces essais qu'il faut éviter de forer plusieurs fourneaux dans le même joint de stratification.

## 12. DETONATEURS

### 121. Contrôle.

Au cours du premier semestre, nous avons reçu plusieurs envois de détonateurs prélevés dans les charbonnages. Nous avons procédé aux essais visant la régularité, la sensibilité, la puissance ainsi

Een enkele maal werd een thermische inwerking van de eerste mijn op de tweede vastgesteld ; de paraffine rond de patronen van deze laatste was gesmolten.

Wegens het groot aantal gevallen van beschadiging van het tweede mijngat, ongeacht de afstand tussen de twee mijnen en de lengte van de opstopping van de tweede mijn, moet uit deze proeven worden afgeleid dat het boren van verscheidene mijngaten in éénzelfde stratificatievoeg moet worden vermeden.

## 12. SLAGPIJPJES

### 121. Controle.

In de loop van het eerste halfjaar zijn verschillende partijen slagpijpjes uit de kolenmijnen in het Instituut toegekomen. Wij hebben proeven gedaan

que la sécurité vis-à-vis du grisou. Les résultats ont été satisfaisants.

Par contre, dans les détonateurs provenant du deuxième prélèvement semestriel, les n° 1 court retard D.A.G. ont donné lieu, lors des tirs en atmosphère grisouteuse inflammable, à une fréquence d'inflammation supérieure à celle prévue par le règlement.

Les détonateurs portant ce numéro de retard ont été retirés des dépôts de distribution.

**122. Incident de minage.**

Un boutefeu d'un charbonnage du Hainaut ayant déclaré que les détonateurs à long retard, dont il se servait, explosaient comme des détonateurs à court retard, l'Administration des Mines a prélevé 60 détonateurs de ce type des numéros 0 à 5 et les a fait parvenir à l'I.N.M.

On a mesuré la résistance de chaque détonateur. Les valeurs obtenues se sont échelonnées de 1,62 à 1,78 ohm.

La mesure des retards par enregistrement des départs à l'oscillographe cathodique n'a révélé aucune anomalie comme on peut le constater au tableau 11 donnant les résultats.

**TABLEAU 11**  
*Retards en secondes.*

n° 1	n° 2	n° 3	n° 4	n° 5
0,58	1,10	1,61	2,14	2,63
0,64	1,04	1,71	2,05	2,31
0,58	1,14	1,64	2,06	2,54
0,58	1,23	1,62	2,02	2,52
0,56	1,18	1,51	2,14	2,29

**13. CORDEAU DETONANT**

Une publication étrangère ayant préconisé l'amorçage au cordeau détonant pour éviter les ratés de transmission et par là même tout danger de déflagration, nous avons vérifié la sécurité d'un tel cordeau vis-à-vis du grisou, en le faisant exploser dans différentes conditions en atmosphère grisouteuse inflammable.

**131. Cordeau DYNACORD de D.A.G.**

*Essais en rainure latérale à 20 cm de la paroi de choc.*

Le cordeau est tiré seul. Il y a inflammation pour une longueur de 0,25 m.

om de regelmatigheid, de gevoeligheid, de kracht en de veiligheid van deze slagpijpjes t.o.v. mijngas te testen. De uitslagen waren bevredigend.

Onder de slagpijpjes die tijdens het tweede halfjaar verzameld werden, hebben de n<sup>rs</sup> 1 met geringe vertraging D.A.G. daarentegen bij schietproeven in een ontvlambaar mijngashoudend midden een grotere ontvlammingsfrequentie opgeleverd dan die welke in het reglement bepaald is.

De slagpijpjes van dat nummer werden uit de uitreikingsopslagplaatsen verwijderd.

**122. Schietincident.**

Nadat een schietmeester in een kolenmijn van Henegouwen verklaard had, dat de slagpijpjes met grote vertraging die hij gebruikte juist als slagpijpjes met geringe vertraging ontploften, heeft de Administratie van het Mijnwezen 60 slagpijpjes van dat type van de nummers 0 tot 5 verzameld en naar het Nationaal Mijninstituut gezonden.

Men heeft de weerstand van ieder slagpijpike gemeten. De bekomen waarden schommelden van 1,62 tot 1,78 ohm.

De vertraging werd gemeten door registratie van de ontploffing door middel van een cathodische oscillograaf. Zoals uit de uitslagen van tabel 11 blijkt, werd geen enkele anomalie vastgesteld.

**TABEL 11**  
*Vertraging in seconden.*

n° 1	n° 2	n° 3	n° 4	n° 5
0,58	1,10	1,61	2,14	2,63
0,64	1,04	1,71	2,05	2,31
0,58	1,14	1,64	2,06	2,54
0,58	1,23	1,62	2,02	2,52
0,56	1,18	1,51	2,14	2,29

**13. SLAGKOORD**

Nadat een buitenlands tijdschrift het gebruik van slagkoord voor het aanzetten van mijnen aangeprezen had om een mislukte overdraging en bijgevolg ieder gevaar voor deflagratie te vermijden, hebben wij de veiligheid van zo'n slagkoord t.o.v. mijngas gecontroleerd door ze onder verschillende omstandigheden in een ontvlambaar mijngashoudend midden te doen ontploffen.

**131. Slagkoord DYNACORD van D.A.G.**

*Proeven in de zijgleuf op 20 cm afstand van de schokwand.*

De koord wordt alleen afgevuurd. Voor een lengte van 20 cm bekomt men een ontvlaming.

Le cordeau longe une charge d'explosif du type IV placée dans la rainure latérale. Inflammation pour 6 cartouches.

Le cordeau est placé axialement dans la charge, elle-même placée dans la rainure.

Charbrite 418 : inflammation ) alors que la  
à 13 cartouches ) charge d'agré-  
Arionite : inflammation ) ation est de  
à 4 cartouches ) 22 cartouches

#### Essais en rainure normale.

Le cordeau est tiré seul ; en longueur de 1 m, il allume le grisou.

Placé axialement dans une charge de Nitrocoopalite V gainée, il provoque l'inflammation lorsque la charge est de 5 cartouches, alors que, dans ces conditions, la charge d'agrégation est de 14 cartouches.

#### Essais à l'air libre.

Le cordeau détonant est suspendu seul au centre de la chambre d'explosion : inflammation pour une longueur de 0,50 m.

### 132. Cordeau BONOCORD de Bofors (Suède).

#### Essais à l'air libre.

Suspendu au centre de la chambre d'explosion de la galerie en mélange grisouteux inflammable, le cordeau allume ce mélange lorsque sa longueur est de 1,50 m.

#### Essais en rainure normale.

Tiré seul en rainure normale, il allume l'atmosphère grisouteuse quand il a 1 m de longueur.

Ces deux cordeaux ne conviennent donc pas pour l'amorçage des explosifs de sûreté belges.

Nous essayons de nous procurer des cordeaux détonants plus antigrisouteux afin de poursuivre cette étude.

## 14. MATERIEL DE MINAGE

### 141. Ohmmètre pour boutefeu.

Après essais satisfaisants conformes à la circulaire n° 136 du 1<sup>er</sup> avril 1962 du Directeur Général des Mines, l'ohmmètre type ZEB/W de la firme Hartmann et Braun, à Francfort, a été agréé. Cet appareil porte une échelle graduée de 0 à 2000 ohms.

De koord loopt langs een springstofflading van type IV, die in de zijgleuf zit. Ontvlaming voor zes patronen.

De koord is in de as van de lading geplaatst, die zelf in de gleuf zit.

Charbrite 418 : ontvlaming ) dan wanneer de  
met 13 patronen ) aannemingsla-  
Arionite : ontvlaming ) ding uit 22 pa-  
met 4 patronen ) tronen bestaat

#### Proeven in een normale gleuf.

De koord wordt alleen afgevuurd. Voor een lengte van 1 m wordt het mijngas aangestoken.

In de as van een lading van ommantelde Nitrocoopalite V geplaatst, veroorzaakt ze een ontvlaming wanneer de lading uit 5 patronen bestaat, dan wanneer de aannemingslading onder deze omstandigheden uit 14 patronen bestaat.

#### Proeven op een vrij hangende koord.

De slagkoord wordt alleen in het midden van de ontploffingskamer opgehangen : ontvlaming voor een lengte van 0,50 m.

### 132. Slagkoord BONOCORD van Bofors (Zweden).

#### Proeven op een vrij hangende koord.

In het midden van de ontploffingskamer van de galerij in een ontvlambaar mijngashoudend mengsel opgehangen, steekt de slagkoord dit mengsel aan wanneer ze 1,50 m lang is.

#### Proeven in de normale gleuf.

In de normale gleuf alleen afgevuurd, steekt ze de mijngashoudende lucht aan wanneer ze 1 m lang is.

Deze twee slagkoorden zijn bijgevolg niet geschikt voor het aanzetten van Belgische veiligheids-springstoffen.

Om deze studie voort te zetten, zullen wij slagkoorden trachten te bekomen die veiliger zijn t.o.v. mijngas.

## 14. SCHIETBENODIGDHEDEN

### 141. Ohmmeter voor schietmeester.

Na bevredigende proeven in overeenstemming met de circulaire n° 136 van 1 april 1962 van de Directeur-Generaal der Mijnen, werd de ohmmeter van het type ZEB/W van de firma Hartman & Braun te Frankfort aangenomen. Dit apparaat is voorzien van een schaal van 0 tot 2000 ohm.



## 15. PROPAGANDE POUR LA SECURITE DU MINAGE

En 1963, l'Institut National des Mines a reçu 650 visiteurs, parmi lesquels des élèves ingénieurs des Grandes Ecoles, des élèves des Ecoles Industrielles et des candidats-boutefeux, etc...

Le programme des expériences a porté non seulement sur les explosifs et le minage, mais aussi sur la grisoumétrie, les lampes et, pour certains visiteurs, également sur le matériel électrique de sécurité, les matériaux ininflammables, les masques auto-sauveurs, etc...

Il nous est agréable de remercier ici MM. CYPRES et POIVRE attachés respectivement au service des détonateurs et au service des explosifs pour la collaboration dévouée qu'ils ont apportée dans la mise au point et la réalisation de nos expériences.

## 15. PROPAGANDA VOOR VEILIG SCHIETWERK

In 1963 hebben 650 bezoekers, onder wie studenten van de grote scholen voor ingenieurs, leerlingen van nijverheidsscholen en kandidaat-schietmeesters, een bezoek gebracht aan het Nationaal Mijninstituut.

Het programma van de proeven handelde niet alleen over springstoffen en schietwerk, maar ook over het meten van mijngas, over lampen en voor sommige bezoekers ook over elektrisch veiligheidsmateriaal, onontvlambare materialen, maskers voor zelfredding, enz.

Wij danken de heren CYPRES en POIVRE, onderscheidenlijk aan de dienst voor slagpijpjes en aan de dienst voor springstoffen verbonden, voor hun toegewijde medewerking bij het op punt stellen en uitvoeren van onze proeven.

## 2. GROUPE PHYSICO-CHIMIE 2. AFDELING FYSICO-CHEMIE

### G. NENQUIN

Docteur en Sciences.

Doctor in de Wetenschappen.

## 21. ETUDE DE LA DEFLAGRATION DES EXPLOSIFS A IONS ECHANGES

Amorçage de la déflagration par la combustion d'une poudre. Influence sur ce phénomène de la nature de l'enveloppe de la cartouche.

### 211. Introduction.

Nous avons étudié l'année dernière le comportement d'une cartouche soumise à des gaz chauds résultant de la détonation d'une autre cartouche.

La déflagration de la cartouche réceptrice était mise en évidence par l'inflammation du grisou remplissant une chambre d'explosion dans laquelle la cartouche d'explosif était projetée sous l'action des gaz de détonation ou de combustion.

Nous avons poursuivi ces expériences afin de déterminer le rôle que joue l'enveloppe des cartouches au cours de la déflagration. Nous avons enveloppé la charge réceptrice dans les matériaux suivants :

1. papier paraffiné ;
2. feuilard d'aluminium ;
3. papier ignifugé ;
4. feuilard de polyvinyle.

## 21. STUDIE VAN DE DEFLAGRATIE VAN DE SPRINGSTOFFEN MET IONENUITWISSELING

Ontsteking van de deflagratie door de verbranding van een poeder. Invloed van de aard van het omhulsel der patroon op dit verschijnsel.

### 211. Inleiding.

Wij hebben verleden jaar het gedrag bestudeerd van een patroon, die onderworpen was aan de invloed van de warme gassen voortkomende van de ontploffing van een andere patroon.

De deflagratie van de ontvangstpatroon werd aan het licht gebracht door de ontvlaming van het mijngas dat aanwezig was in een ontploffingskamer, waarin de springstofpatroon geslingerd werd onder de druk van de ontploffings- of de verbrandingsgassen.

Wij hebben deze proefnemingen voortgezet ten einde te bepalen welke rol het omhulsel van de patroon in de loop van de deflagratie speelt. Wij hebben de ontvangstlading met de volgende materialen omgeven :

1. gearaffineerd papier ;
2. bladaluminium ;
3. onbrandbaar gemaakt papier ;
4. polyvinylband.