

La VI^e Conférence Internationale des Directeurs des Stations d'essais

tenue du 24 au 29 juillet 1950, à Verneuil.

VOORWOORD

Aan het « Centre d'Etudes et de Recherches des Charbonnages de France » (Cerchar) viel de organisatie te beurt van de VI^e Internationale Conferentie van de Directeurs der Proefstations (1).

Negen werkvergaderingen, van 24 tot 29 Juli 1950 in de lokalen van het Centrum te Verneuil gehouden, werden gewijd aan de uiteenzetting en de bespreking van negentien mededelingen ingediend door de deelnemende stations van de vijf landen : Frankrijk, Engeland, Verenigde Staten, Duitsland en België.

Het Poolse station was niet vertegenwoordigd. Het had nochtans aan de deelnemers twee verslagen toegezonden over zijn jongste werkzaamheden.

Deze Conferentie werd bijgewoond door een honderdtal personen, waarvan acht Belgen :

De HH. A. MEYERS, Directeur-Generaal der Mijnen,
L. DEFFET, Directeur van het Instituut der Hoge drukkingen,
F. DESSALES, Inspecteur van de Kolenmijnen van de Société Générale de Belgique,
J. FRIPIAT, Administrateur-Directeur van het Nationaal Mijninstituut te Pâturages.
M. GUERIN, Inspecteur-Generaal der Mijnen,
J. MARTENS, Hoofdingenieur-Directeur der Mijnen,
P. STASSEN, Hoofdingenieur bij het Nationaal Instituut der Steenkolenmijnbouw,
M. VAN PEE, Dokter in de Wetenschappen, gehecht aan het Nationaal Mijninstituut.

Het Belgisch proefstation is dit van Pâturages, toebehorend aan het Nationaal Mijninstituut, waarvan de Heer J. FRIPIAT, Administrateur-Directeur is.

Een uitvoerig verslag over deze studieweek zal later door Cerchar uitgegeven worden. Het lijkt nochtans nuttig van nu af aan in de Annalen een kort overzicht van de behandelde problemen te geven in het bijzonder van degene die ons land aanbelangen :

Werkten mede aan die opdracht :

- a) De Heer J. FRIPIAT, die de aangelegenheden behandelt die in het raam vallen van de opzoekingen van het Nationaal Mijninstituut, namelijk :
 - de ontvlaming van het mijngas en het kolenstof door het schieten;
 - de opzoekingen over de verbranding van het methaan;
 - de recente vooruitgang in de mijngasmeting;
 - de neutralisatie van het kolenstof;
 - de oppropping der mijngaten;
 - het mijngasveilig electrisch materieel.
- b) INICHAR, dat de kwestie van de opvang van het mijngas bespreekt;
- c) De Heer M. GUERIN, Inspecteur-Generaal der Mijnen die de ondergrondse branden behandelt.

AVANT-PROPOS

C'est au Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France (Cerchar) qu'incombait l'organisation de la VI^e Conférence Internationale des Directeurs des Stations d'essais (1).

(1) De vijf eerste conferenties werden respectievelijk gehouden te Buxton (Engeland 1951), Montluçon (Frankrijk 1953), Deme (Duitsland 1955), Brussel en Pâturages (1957) en Pittsburgh (Verenigde Staten 1948).

(1) Les cinq premières conférences avaient été tenues respectivement à Buxton (Angleterre 1951), Montluçon (France 1953), Deme (Allemagne 1955), Bruxelles-Pâturages (1957), Pittsburgh (États-Unis 1948).

Neuf séances de travail, tenues du 24 au 29 juillet 1950 dans les locaux du Centre à Verneuil, furent consacrées à l'exposé et à la discussion de dix-neuf communications présentées par les stations de cinq pays : France, Angleterre, Etats-Unis, Allemagne et Belgique.

La station polonaise n'était pas représentée : elle avait néanmoins adressé aux participants deux rapports sur ses travaux les plus récents.

Cette Conférence fut suivie par une centaine de personnes, dont huit Belges :

- MM. A. MEYERS, Directeur général des Mines,
 L. DEFFET, Directeur de l'Institut Belge des Hautes Pressions,
 E. DESSALES, Inspecteur des Charbonnages de la Société Générale de Belgique,
 J. FRIPIAT, Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines,
 M. GUERIN, Inspecteur général des Mines,
 J. MARTENS, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines,
 P. STASSEN, Ingénieur en Chef à l'Institut National de l'Industrie Charbonnière,
 M. VAN PEE, Docteur en Sciences, attaché à l'Institut National des Mines.

La station belge d'essais est celle de Pâturages, appartenant à l'Institut National des Mines dont M. J. FRIPIAT est Administrateur-Directeur.

Un compte rendu détaillé de cette semaine d'étude sera publié ultérieurement par le Cerchar. Il paraît toutefois opportun de donner dès à présent dans les « Annales », un bref aperçu des questions traitées et spécialement de celles qui intéressent la Belgique.

Ont collaboré à ce travail :

- a) M. J. FRIPIAT, qui traite des questions rentrant dans le cadre des recherches effectuées à l'Institut National des Mines, à savoir :
- l'inflammation du grisou et des poussières par le tir,
 - les recherches sur la combustion du méthane,
 - les progrès récents en grisoumètrie,
 - la neutralisation des poussières charbonneuses,
 - le bourrage des mines,
 - le matériel électrique antigrisouteux.
- b) INICHAR qui traite des questions de captage du grisou;
- c) M. M. GUERIN, Inspecteur général des Mines, qui traite des questions d'incendies et de feux souterrains.

PREMIERE PARTIE. — EXPLOSIFS. — GRISOU. — POUSSIÈRES

par J. FRIPIAT, Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines.

A. — Inflammation du grisou par le tir.

Les sept communications groupées sous ce titre ont pour objet le comportement des explosifs en présence du grisou; les unes se rapportent au mécanisme de l'inflammation, les autres visent le conditionnement des explosifs antigrisouteux.

Nous réservons donc momentanément les rapports relatifs à l'inflammation des poussières, dans lesquels la discussion portera plus spécialement sur les caractéristiques du milieu inflammable (composition, finesse et mode de dépôt des poussières).

1. — Relation entre le mécanisme de la détonation et la sécurité des explosifs vis-à-vis du grisou. (M. Arhens de la Station de Derne, Allemagne).

Cette communication débute par un rappel du concept de l'onde de détonation, appliqué aux explosifs.

La détonation se propage dans la charge à une vitesse supersonique comme une onde de choc; devant elle, la matière se trouve à la pression

atmosphérique, derrière elle, l'explosif est transformé en produits gazeux à pression et température extrêmement élevées.

En théorie, la matière explosive subit une décomposition instantanée et complète au passage d'une zone très étroite assimilable à une section plane (surface d'onde) perpendiculaire à l'axe de la charge.

Cette conception n'est pas conforme à la réalité: la réaction chimique ne peut être terminée dès le passage de l'onde.

Le nitrate ammonique, qu'on trouve dans la plupart des explosifs miniers, présente en effet une inertie réactionnelle appréciable et la photographie de charges cylindriques en voie de détonation montre des alternances de zones claires et de zones sombres indiquant un processus de décomposition instable.

De plus, il y a lieu d'admettre qu'en avant de l'onde, la matière subit une initiation préparatoire à la réaction explosive. Cette préinfluence dans le mécanisme réactionnel ressort de certains résultats expérimentaux. Exemple : la présence d'un

canal central dans une charge cylindrique donne lieu à une accélération de la détonation; la paroi interne du canal subit donc une activation du fait de l'écoulement axial des fumées.

Examinant ensuite l'incidence de ces phénomènes sur le risque d'inflammation du grisou, l'auteur considère, comme étant de première importance, l'étude des constituants présentant de l'inertie à la réaction.

Beyling et Schultze-Rhonhof ont affirmé jadis que l'inflammation du grisou avait pour origine les fragments de l'explosif s'échappant en voie de décomposition du trou de mine.

Ils ont reconnu notamment que, dans le tir sans bourrage, le risque d'inflammation était d'autant plus grand que le détonateur était reporté plus avant dans le fourneau ou que la distance entre la charge et l'orifice était plus courte.

Un vide antérieur à la charge, suffisamment long, de même qu'un bon bourrage réduisent par contre le risque d'inflammation par le fait qu'ils sont l'un et l'autre favorables à la détonation complète des particules d'explosif avant leur pénétration dans l'atmosphère ambiante.

L'auteur examine ensuite l'épreuve du tir d'angle, laquelle consiste à faire exploser la charge dans une rainure en équerre creusée dans un bloc d'acier. Ici encore, la photographie montre des plages claires et des plages sombres, indice d'une décomposition incomplète, c'est-à-dire, n'intéressant par endroits qu'une partie de la section des cartouches.

Lorsqu'on place à faible distance de la rainure une paroi rigide, celle-ci est éclairée par les éléments qui, provenant des parties sombres de la charge, entrent en déflagration par le choc. Le fait est bien marqué avec les explosifs au nitrate ammonique, affaiblis par une forte addition de chlorure sodique; il s'atténue lorsqu'on diminue le pourcentage de sel.

2. — Recherches sur le mécanisme de l'inflammation du grisou. (MM. Gramt, Mason, Von Elbe, B. Lewis, du Bureau of Mines, E. U.)

3. — Cinématographie de tirs au rocher. (M. Schultze-Rhonhof de Derne, Allemagne).

Les auteurs de ces deux communications ont adopté le même procédé d'investigation: la cinématographie rapide de la détonation, soit pour découvrir le processus d'inflammation du grisou dans le tir au mortier, soit pour établir le mouvement des pierres dans le tir au rocher.

Les expérimentateurs du Bureau of Mines ont enregistré, à raison de 7.500 clichés par seconde, la détonation d'une charge de tétryl amorcée par un mélange fulminant; celle-ci ne pouvait donc donner que des gaz et du carbone libre, l'absence de détonateur excluant la présence de particules métalliques.

L'appareil cinématographique était dirigé perpendiculairement à l'axe du mortier; les produits de la détonation étaient éclairés par un arc au charbon de forte intensité (200 ampères sous 40 volts) et

par plusieurs rangées de lampes à incandescence de 500 et 750 watts.

Avant de procéder aux enregistrements cinématographiques, les expérimentateurs déterminèrent par de nombreux essais la probabilité d'inflammation du gaz naturel par des charges croissantes de tétryl. Pour le mélange air 92 % + gaz naturel 8 %, cette probabilité est de 0,25 ou de 0,85, suivant que la charge occupe toute la longueur du fourneau (6,7 g de tétryl) ou la moitié seulement (3 g).

Lorsque le tir est fait dans une atmosphère d'air pur, on observe sur les clichés :

- a) une flamme primaire, première manifestation visible de la réaction explosive amorcée dans la charge. Cette flamme est extrêmement brève (1/50.000 seconde) et, pour cette raison, certains expérimentateurs ont estimé qu'elle ne pouvait allumer le grisou;
- b) un nuage sombre et opaque de carbone libre à température relativement basse;
- c) une flamme secondaire, résultant de la réaction des constituants combustibles avec l'oxygène de l'air.

La seconde flamme, en effet, s'amplifie ou disparaît suivant qu'on augmente ou diminue la teneur en oxygène de l'atmosphère ambiante.

Lorsque le tir est réalisé en présence de gaz naturel, les phénomènes deviennent beaucoup plus complexes.

Quand il n'y a pas inflammation, on observe une extinction rapide de la flamme primaire par le jet de produits à température relativement basse sortant du mortier.

Pour les tirs suivis d'inflammation, cette flamme décroît dans les premiers clichés, mais ne disparaît jamais complètement.

On remarque, en outre, que l'inflammation se développe de préférence à partir des replis ou poches affectant la couche limite qui sépare le mélange inflammable et les gaz de détonation (2).

Le fait que les tirs à chargement complet (6,8 g de tétryl) ont une probabilité d'inflammation moins élevée que ceux à charge incomplète (3 g) résulte, d'après les expérimentateurs, du travail de déformation produit dans le mortier. Lorsque l'explosif remplit complètement le fourneau, celui-ci se déforme sur toute sa longueur et permet aux produits à température relativement basse de sortir rapidement du mortier, facilitant ainsi leur action extinctrice sur la flamme primaire. Dans le cas d'une charge moitié moindre, l'orifice du mortier conserve son diamètre initial et l'éjection est moins violente.

Des recherches effectuées au Bureau of Mines, il résulte donc que la flamme primaire doit être considérée comme étant la cause principale de l'inflammation.

(2) Ces replis ont été signalés pour la première fois par MM. Lewis et Von Elbe à la V^e Conférence (Pittsburg 1948); ces deux expérimentateurs les considéraient déjà à cette époque comme pouvant être des centres d'amorçage de l'inflammation du grisou.

M. Schutze-Rhonhof a opéré dans un travers-banc. Sur le front puissamment éclairé par des projecteurs, était braqué à 15 m de distance un téléobjectif capable d'enregistrer 1.200 clichés par seconde.

Trois expériences seulement ont pu être réalisées; elles ont donné lieu à des constatations fort intéressantes quant aux phénomènes mécaniques consécutifs à l'allumage de la charge.

Voici, à titre d'exemple, le commentaire que fit l'auteur d'un de ses enregistrements.

Il s'agissait d'un tir de trois cartouches de Nobelite B de sûreté, chargées dans un trou de 1 m de profondeur, de 40 mm de diamètre, avec bourrage d'argile.

L'explosion du détonateur étant prise comme origine des temps et ceux-ci étant comptés en millisecondes, la chronologie des faits s'établit comme suit :

Au temps 1, le bourrage est sorti partiellement du fourneau.

Entre les 1 et 6, il est expulsé tout entier, suivi des fumées. Des fissures apparaissent dans le rocher, les premières orientées radialement à partir du fourneau.

Au temps 7, on observe le décollement des bancs. A ce moment, les fils du détonateur sont encore dans leur position primitive.

Au temps 20, les fumées se trouvent encore localisées au voisinage immédiat du fourneau; leur diffusion dans l'atmosphère ne se produit qu'après plusieurs dizaines de millisecondes.

Ces diverses constatations ont amené l'auteur à émettre les considérations que voici :

- a) Après 20 millisecondes, le rocher n'est que partiellement ébranlé. Une seconde charge explosant à ce moment augmenterait l'efficacité de la première. Au point de vue de l'abatage, il y aurait donc intérêt à utiliser des détonateurs à court-retard (25 millisecondes).
- b) Les contacts entre les connexions des détonateurs ne sont possibles qu'après 7 millisecondes. La limitation à 4 millisecondes du débit des exposeurs, telle qu'elle est adoptée en Allemagne, supprime donc l'éventualité d'étincelles électriques par contacts postérieurs à la mise à feu.
- c) La lenteur avec laquelle les fumées se répandent au voisinage du front explique le fait assez inattendu observé par l'auteur lors de tirs au rocher en présence du grisou.

Lorsqu'on fait exploser successivement par détonateurs à retard deux fourneaux parallèles, distants soit de 60 cm soit de 1 m 20, chargés respectivement d'explosif de sûreté avec bourrage et de dynamite n° 1 (1 cartouche) sans bourrage, la seconde charge allume ou n'allume pas le grisou suivant que le décalage entre les deux détonations est de 25 millisecondes (détonateurs à court retard) ou de 500 millisecondes (détonateurs à long retard).

Dans le second cas, les fumées de la première charge disposent d'un délai suffisant pour rendre l'atmosphère ininflammable devant la seconde charge.

4) Le temps, qui s'écoule depuis l'explosion du détonateur jusqu'à l'arrachement du rocher, étant de loin supérieur à la durée de la flamme de l'explosif, le risque d'inflammation du grisou est faible si la charge est tirée derrière un bon bourrage dans des terrains non fissurés.

4. — Mise au point d'explosifs de haute sécurité. (MM. Shepherd et Grimshaw de Buxton, Angleterre).

Les recherches relatées dans cette communication se rapportent à deux objectifs distincts :

- a) réaliser, moyennant une addition massive de chlorure sodique, des explosifs de sécurité équivalente à celle des explosifs gainés;
- b) renforcer par une cartouche d'amorçage, de composition spéciale, la sécurité du tir en massif fissuré.

Dans le but de parer aux déficiences possibles de la gaine (défauts de fabrication, détériorations), « Imperial Chemical Industries » a donc imaginé une nouvelle classe d'explosifs de sûreté appelée E.Q.S. (Equivalent to Sheathed Explosives).

Le premier type mis en fabrication, l'Unibel, résulte de l'incorporation de 50 g de chlorure sodique à 100 g d'un explosif de sûreté qui en renfermait déjà 16 %.

MM. Shepherd et Grimshaw ont procédé en galerie expérimentale à des essais comparatifs sur l'explosif Unibel (sans gaine) et sur l'explosif ayant servi à sa préparation, ce dernier pourvu d'une gaine au bicarbonate de soude.

Les tirs ont été réalisés en présence du grisou et des poussières charbonneuses dans les conditions les plus diverses :

avec les deux modes d'amorçage (antérieur et postérieur) au mortier de 55 mm débouchant, soit librement dans une galerie de 1 m 50 de diamètre, soit entre deux plaques d'acier verticales distantes de 5 cm dans une galerie de 1 m de diamètre;

en charges suspendues, soit librement, soit entre les deux plaques d'acier, soit traversant ces deux plaques par des ouvertures circulaires.

Dans tous les cas, les deux formules sont d'une sécurité sensiblement équivalente. Leurs puissances déterminées au pendule balistique sont également du même ordre.

Enfin, des essais de rendement ont été effectués pendant six mois dans les travaux souterrains. Comparé aux types divers d'explosifs gainés en usage dans les mines anglaises, l'Unibel s'est montré fort inégal. Nettement inférieur aux explosifs à teneur élevée en nitroglycérine, il n'a pu remplacer avec succès que les formules de puissance moyenne.

L'amorçage de sécurité mentionné dans la même communication résulte d'une suggestion de M. Coward (5) : créer, au moment de la détonation, une atmosphère extinctrice dans le trou de mine et dans les fissures du massif.

(5) Directeur du Safety in Mines Research Board (Buxton), de 1939 à 1949.

Partant de cette idée, les expérimentateurs imaginèrent de provoquer la détonation de la charge par une cartouche faite d'un explosif renfermant une quantité importante de bicarbonate de soude et détonant à basse température.

Des enregistrements photographiques effectués sur film mobile semblaient démontrer l'action protectrice des gaz venant de l'amorçage. Dans un tube d'acier d'un diamètre supérieur à celui des cartouches, ces gaz précédaient en effet l'onde de détonation, créant devant elle une atmosphère qui devait, pensait-on, être asphyxiante pour la flamme.

Les tirs en galerie expérimentale ne confirmèrent que partiellement l'effet d'inhibition de l'amorçage de sécurité et, pour cette raison, ce procédé n'a pas encore reçu l'approbation officielle.

5. — Nouveaux explosifs-couche de haute sécurité (M. Saint-Guilhem de Cerchar).

Le minage en charbon par tirs à temps exige des explosifs sûrs en présence tant du grisou que des poussières charbonneuses.

La sécurité d'emploi dépend évidemment de la rigueur des épreuves de classement; celles adoptées par les expérimentateurs de Cerchar sont particulièrement favorables à l'inflammation.

En grisou, l'explosif est tiré en mortier court — (longueur 220 mm, diamètre 38 mm) derrière une plaquette d'acier d'un poids déterminé, mais variable au cours des essais. En poussières, on utilise des mortiers de longueurs diverses allant jusqu'à 2 m. dans lesquels on fait détoner sans bourrage des poids croissants d'explosif; on procède également par charges suspendues.

Dans les tirs au mortier, l'amorçage est postérieur; pour les tirs en poussières, le nuage est préformé par l'explosion d'une charge auxiliaire enfoncée dans un tas de charbon fin.

La mise au point de formules satisfaisant à ces épreuves eut pour base deux idées directrices :

- a) introduction dans l'explosif d'un inhibiteur, en l'occurrence le chlorure sodique;
- b) diminution de la densité d'encartouchage par incorporation de matières combustibles légères.

La communication de M. Saint-Guilhem a pour objet de faire connaître les résultats obtenus au cours de trois années d'expériences.

Trois explosifs répondant aux formules indiquées au tableau I ont été agréés à la charge maximum d'emploi de 1.500 g. Ils peuvent être tirés dans toutes les mines avec l'amorçage postérieur et détonateurs à temps, sous réserve que l'intervalle entre le premier et le dernier départ ne dépasse pas 7 secondes.

TABLEAU I

	Grisou-dynamite chlorurée		Formule 62
	14	15	
Nitroglycérine	20	20	—
Penthrite	—	—	25
Nitrate ammonique	10	20	12
Farine de bois	1,5	2	—
Chlorure sodique	68,5	58	65

L'utilisation de ces trois explosifs n'a donné lieu jusqu'ici à aucun incident : la seule critique émise à leur égard est le manque de puissance.

D'autres formules analogues, mais à teneur moins élevée en chlorure, sont aussi à l'étude; elles renferment un pourcentage moindre en élément excitant (nitroglycérine, penthrite), celui-ci étant remplacé partiellement par du nitrate ammonique.

On expérimente également des explosifs de faible densité dans lesquels on trouve, en plus du mélange ternaire nitroglycérine (20 % environ), nitrate ammonique (20 à 25 %), chlorure de sodium (42 à 50), une substance combustible légère telle que résine synthétique, tourbe, poudre de liège.

Mais au sujet de ces derniers, comme des précédents, on n'a pu encore donner un avis définitif.

La note relate pour finir les résultats de recherches effectuées sur les explosifs gainés.

Divers explosifs pourvus, soit de gaines inertes pulvérulentes ou comprimées, soit de gaine explosive, ont été tirés en mortier court avec amorçage

postérieur et plaquette d'acier en guise de bourrage. Ils ont montré, dit le rapporteur, que, tout au moins en ce qui concerne l'inflammation du grisou par contact avec les fumées, les explosifs gainés ne sont pas plus sûrs que les explosifs non gainés.

6. — Etude des explosifs S. G. P. au rocher. (M. J. Fripiat, Institut national des Mines).

Cette étude a déjà fait l'objet de deux notes figurant dans les Rapports de 1948 et 1949 de l'Institut National des Mines (4); nous n'en donnerons qu'un compte rendu très sommaire.

Dans une galerie en grès dur, on a tiré en présence du grisou des explosifs brisants (2 formules) des explosifs SGP non gainés (12 formules).

Le tableau II donne le nombre de tirs effectués et le nombre d'inflammations observées.

(4) *Annales des Mines de Belgique*, - Septembre 1949 et septembre 1950.

TABLEAU II

	Explosifs			
	brisants nombre		SGP nombre	
	de tirs	d'inflammations	de tirs	d'inflammations
Amorçage postérieur, sans bourrage	17	11	173	2
id inverse, idem	2	0	—	—
id antérieur, idem	18	8	15	0
id postérieur, avec bourrage	28	1	3	0
id inverse, idem	8	0	—	—
id antérieur, idem	20	0	15	0
id postérieur, avec plaquette d'acier ..	—	—	77	1

N.B. — amorçage antérieur : détonateur dans la dernière cartouche introduite et contre le bourrage;
 amorçage inverse : détonateur dans la dernière cartouche introduite, mais à l'extrémité opposée au bourrage;
 amorçage postérieur : détonateur dans la première cartouche introduite et contre le fond.

Ces tirs ont été exécutés dans les conditions les plus diverses (terrain massif ou fissuré, épaisseur de pierre plus ou moins réduite).

Avec les explosifs brisants, il n'y a pas eu inflammation lorsque la charge était amorcée à l'avant et pourvue d'un bourrage.

Avec les explosifs SGP, on enregistra seulement trois inflammations. Toutes trois ont été provoquées par des charges amorcées à l'arrière. Pour deux d'entre elles, il n'y avait pas de bourrage et pour la troisième l'orifice du fourneau était fermé par une plaquette d'acier.

Contrairement à ce qu'on observe dans l'épreuve au mortier, la plaquette d'acier ne paraît pas être particulièrement favorable à l'inflammation dans le tir au rocher.

Dans l'ensemble, ces tirs font ressortir le haut degré de sécurité des explosifs SGP.

On a néanmoins enregistré en Belgique au cours des années 1945 à 1950, sept inflammations de grisou qui toutes ont été occasionnées par des charges d'explosifs gainés.

Si, pour certaines de ces inflammations, on peut incriminer le circuit de tir et invoquer l'intervention d'étincelles électriques, pour les autres, il semble bien que l'inflammation ait eu pour origine le mécanisme de mise en défaut par tir d'angle rapporté par M. Schultze-Rhonhof à la Conférence de Pittsburgh (1948).

Un explosif SGP pourvu de la gaine normale (3 mm d'épaisseur) allume le grisou dès la charge de 300 g, lorsqu'il explose dans une rainure à parois orthogonales creusée dans un bloc d'acier, alors que 900 g du même explosif tirés en plein grisou n'allument pas.

Pour parer à cette mise en défaut de l'explosif gainé, le seul moyen efficace est l'amélioration de la gaine, soit en qualité, soit en quantité.

L'Institut National des Mines a donc entrepris l'expérimentation de gaines épaisses au bicarbonate de soude.

La plupart des explosifs agréés comme SGP, encartouchés au diamètre de 26 mm et pourvus d'une gaine de 5 mm d'épaisseur, ont pu être tirés à la charge de 1.500 g dans le bloc d'acier rainuré sans allumer le grisou.

7. — Etude du tir en volées dans les mines en charbon. (MM. Hartmann, Nagy, Hawarth du Bureau of Mines.)

Dans cette communication sont rapportés les premiers résultats d'une étude sur le tir en volées.

Les questions examinées jusqu'ici sont : le risque d'inflammation du grisou, le rendement en charbon abattu, les quantités de poussières mises en suspension, les vibrations produites dans le toit.

Cette recherche a été faite dans la mine expérimentale du Bureau of Mines, à Bruceton, sur des fronts de 5 m 60 de longueur (exploitation par chambres et piliers) ouverts dans la couche Pittsburgh de 1 m 60 d'ouverture.

Soixante-huit tirs ont été effectués dans le charbon havé et dix dans le toit (de schiste).

On a procédé par fourneaux de 0,90 m ou 1 m 70 de longueur, de 50 à 75 mm de diamètre, chargés de 450 à 900 g d'explosifs de sûreté (explosifs gélatineux à grande vitesse de détonation), les uns non bourrés, les autres pourvus d'un bourrage d'argile de 2,5 à 60 cm de longueur.

Le détonateur se trouvait toujours à l'arrière de la charge. Les cartouches d'un diamètre légèrement inférieur à celui du fourneau étaient, soit introduites telles quelles, soit déformées par compression jusqu'à remplir entièrement la section du fourneau (densité de chargement 1).

Les charges furent allumées par groupes de deux à cinq, soit simultanément (détonateurs instan-

tanés), soit successivement par détonateurs à temps à court retard (délai unitaire : 25 millisecondes).

Cinq tirs en charbon donnèrent lieu à l'inflammation du grisou. Le fait fut observé avec des charges non bourrées, à la densité de chargement maximum (densité 1), dans des trous de 75 mm de diamètre. Aucune inflammation ne fut enregistrée dans les cas suivants :

- a) charges bourrées quels que fussent le diamètre du fourneau et la densité de chargement;
- b) charges bourrées ou non, en fourneaux de 50 mm de diamètre, aux deux densités de chargement.

En schiste, un seul tir alluma le grisou; il s'agissait d'un tir en volée de quatre charges non bourrées.

Le poids d'explosif utilisé pour la plupart des tirs en charbon (50 tirs sur 68) a été de 1.585 g.

Il semble bien, disent les auteurs, que cette densité de minage soit la meilleure; elle a conduit à un rendement variant de 350 à 880 kg de charbon par 100 g d'explosif. En tout cas, on a observé des rendements moindres lorsque le poids total d'explosif tiré sur un même front était de 4.500 g.

Immédiatement après le tir, on déterminait la quantité de poussières mises en suspension au voisinage du front. Le nombre de particules au centimètre cube a varié de 350 à 17.500. Les chiffres les plus élevés ont été observés avec les tirs de cinq mines. La production de poussières ne paraît pas être fonction du poids d'explosif, ni des dimensions des fourneaux, ni du mode d'amorçage (détonateurs instantanés ou à temps).

A l'aide d'accéléromètres, les expérimentateurs ont mesuré les vibrations produites dans le schiste du toit par les tirs en charbon.

Leurs observations ne sont pas encore suffisantes pour départager les influences des différentes caractéristiques du tir : puissance de l'explosif, bourrage, amorçage, diamètre du fourneau.

La durée du mouvement vibratoire est de 5 millisecondes ou de 10 à 15 millisecondes, suivant que la charge est tirée en massif ferme ou en massif havé.

Dans le cas du tir à temps avec détonateurs à court retard (25 millisecondes) dans le charbon havé, chaque explosion produit dans le toit un train de vibrations d'une durée de 10 à 15 millisecondes. Lorsque toutes les charges détonent simultanément, l'amortissement du mouvement vibratoire exige jusqu'à 100 millisecondes.

L'accélération des vibrations augmente avec la charge; elle est maximum dans le plan vertical passant par le fourneau.

On aura pu remarquer dans ce qui précède la diversité des moyens mis en œuvre pour l'étude des explosifs antigrisouteux. Cette diversité met en évidence le souci des expérimentateurs de réaliser en galerie expérimentale, des conditions de tir auxquelles ils ont estimé pouvoir imputer certaines mises en défaut observées dans la pratique.

En adoptant l'épreuve en espace confiné, c'est-à-dire par charges suspendues entre plaques d'acier, les expérimentateurs anglais ont cherché à reproduire le tir en massif fissuré, condition qui doit

être courante dans les chantiers où l'on pratique le minage en veine havée.

L'essai au mortier obturé par une plaquette d'acier, auquel il est fait allusion dans la communication de la station française, tend à la réalisation de la détente optimum, c'est-à-dire capable de maintenir l'activité réactionnelle des gaz de détonation jusqu'à leur entrée en contact avec l'atmosphère ambiante.

Comme l'a expliqué M. Audibert, une détente très rapide ou trop lente réduit l'aptitude des gaz à réagir avec le mélange grisouteux, soit en abaissant leur température, soit en accélérant leur transformation à l'intérieur du fourneau.

Enfin, le tir en mortier rainuré de l'Institut National des Mines est motivé par l'extension du minage à temps dans les voies de chantier, opération qui peut conduire à la mise à découvert de charges détonant ultérieurement dans une anfractuosité du rocher.

Pour satisfaire à ces différents modes d'épreuve, les expérimentateurs ont adopté des voies différentes : renforcement de la sécurité de l'explosif par des additions massives de chlorure sodique (solutions anglaise et française), accroissement de l'efficacité de la gaine (solution belge).

Pour notre part, il nous semble contre-indiqué d'affaiblir les explosifs SGP par une augmentation de la teneur en sel qui, ainsi que nous l'avons constaté, n'améliore pas leur comportement au tir d'angle.

Nous estimons préférable de réduire au contraire la teneur en matière inerte, sauf à pourvoir l'explosif d'une gaine rendue plus efficace, tant par le poids que par le choix des matières extinctrices.

B. — Inflammation des poussières charbonneuses par le tir.

L'inflammation des poussières par le tir a fait l'objet de trois communications : deux de M. Cybulski, Directeur de la Station polonaise, une de M. Schultze-Rhonhof, Directeur de la Station de Derne-Dortmund; chacune d'elles envisage la question sous un aspect particulier.

1. — Recherches sur la sécurité des explosifs en présence des poussières. (M. Cybulski).

L'auteur a recherché, parmi les épreuves réalisables en galerie expérimentale, celle conférant à l'explosif l'aptitude maximum à allumer les poussières. Il a donc déterminé la charge-limite de quatre formules utilisées dans les mines polonaises, soit :

- a) un explosif brisant,
- b) un explosif agréé pour emploi dans les mines poussiéreuses,
- c) deux explosifs agréés pour emploi dans les mines grisouteuses et poussiéreuses.

Cette détermination a été faite dans des conditions diverses de tir : charge unique tirée, soit au mortier, soit suspendue, soit sur un socle d'acier parallèle à une paroi rigide; double charge dans deux mortiers parallèles, obliques ou se faisant face.

Le charbon à 39 % de matières volatiles était amené par broyage à deux degrés de finesse, tels que la surface spécifique des grains était, pour l'un de 4.400 cm²/g et, pour l'autre de 19.700 cm²/g.

Toutes les expériences ont été effectuées en présence d'un nuage préformé, mis en agitation par la détonation d'une petite charge (7 g) d'explosif de sûreté dans un sac de papier renfermant 1.500 g de poussières.

Au mortier, 25 g d'explosif brisant allument déjà les poussières, mais après addition de 5 % de sel à l'explosif, il n'y a plus inflammation par la charge de 200 g.

Trois mille huit cent dix essais ont été effectués sur les trois autres formules. Ils ont montré que le tir dans deux mortiers se faisant face constituait l'épreuve la plus sévère. Dans ces conditions, la charge-limite ne vaut plus que le cinquième ou le sixième de celle déterminée au mortier unique.

L'augmentation de la surface spécifique des poussières (4.400 à 19.700 cm²/g) influe peu sur leur inflammabilité.

Enfin, le bourrage, fût-il de longueur réduite, abaisse d'une manière appréciable l'aptitude des explosifs à amorcer le coup de poussières. On le constate déjà dans le cas du tir à deux mortiers lorsque l'un d'eux seulement est pourvu d'un bourrage.

2. — Influence des conditions initiales sur l'explosibilité des poussières. (M. Cybulski).

On caractérise l'explosibilité d'une poussière charbonneuse par le pourcentage minimum « S » de substance incombustible devant être incorporé à la poussière inflammable pour rendre le mélange inapte à propager une explosion.

L'auteur s'est proposé de déterminer la valeur de « S » pour des conditions diverses d'amorçage et de dispersion. Cette détermination a été faite dans une galerie de 144 m de longueur et de 5 m² de section de la mine expérimentale de Mikolow, pour un charbon à 41 % de matières volatiles, amené par broyage à deux degrés de finesse caractérisés par le pourcentage de particules plus petites que 0,075 mm, soit :

- a) 85 % (surface spécifique 4.520 cm²/g);
- b) 25 % (surface spécifique 1.240 cm²/g).

L'amorçage du coup de poussières était réalisé par une ou plusieurs charges d'explosifs, tirées

dans des mortiers disposés au fond de la galerie devant un dépôt de charbon pur. Venait ensuite la zone de poussières plus ou moins neutralisées par addition de schiste broyé (50 % de particules plus petites que 0,075 mm surface spécifique 3.700 cm²/gramme).

L'expérimentateur a donc fait varier au cours de son étude :

- a) l'amorçage de l'inflammation initiale de poussières pures, en utilisant soit la poudre noire, soit un explosif brisant, allumés conjointement ou non avec des explosifs de sûreté (ceux-ci ayant pour office d'accentuer la dispersion de la poussière), les charges explosant par coups isolés ou simultanés ou décalés dans le temps (détonateurs à temps);
- b) le mode de dépôt des poussières, celles-ci se trouvant, soit sur des planches transversales (dispersion optimum), soit sur l'aire de voie (dispersion difficile).

L'auteur a d'abord déterminé ce qu'il appelle « la valeur absolue de S », correspondant au cas d'une zone de charbon pur s'étendant sur 15 m de galerie entre la charge d'allumage (ici 750 g de poudre noire) et la zone du mélange charbon-schiste.

Dans ces conditions, il faut pour arrêter l'explosion :

- 77,5 % de schiste avec les poussières les plus fines (85 % de particules plus petites que 0,075 mm), quel que soit le mode de dépôt;
- 67,5 % ou 62,5 % de schiste avec les poussières les moins fines (25 % de particules plus petites que 0,075 mm), suivant que le mélange est déposé sur des planches transversales ou sur l'aire de voie.

Pour ses recherches ultérieures, l'expérimentateur a réduit à 4 m la longueur de la zone de charbon pur (5).

Il constata alors que les pourcentages de schiste, requis pour arrêter l'explosion, variaient généralement, et parfois dans de larges limites, avec les charges d'explosifs utilisées pour l'inflammation des poussières pures.

Au tableau III, nous indiquons les valeurs enregistrées par l'auteur.

(5) Cette longueur représente la distance à laquelle, d'après les prescriptions polonaises, la neutralisation doit suivre le bosseyement des voies de chantier.

TABLEAU III

Finesse de la poussière charbonneuse	Pourcentage de matière inerte arrêtant l'explosion.	
	poussières sur planches transversales	poussières sur aire de voie
85 % de particules plus petites que 0,075 mm	77,5	55 à 75
25 % de particules plus petites que 0,075 mm	40 à 65	15 à 55

Dans le seul cas de poussières très fines, déposées sur les planches transversales, ce pourcentage était indépendant de l'amorçage.

Lorsque les mêmes poussières couvraient l'aire de voie, le pourcentage de schiste était de 55 % pour 750 g de poudre noire, de 75 % pour 3 charges

de 500 g d'explosif de sûreté détonant 0,5 seconde avant une charge de 750 g de poudre noire.

Avec les poussières les moins fines déposées sur des planches transversales, il fallait :

- a) 40 % de matière inerte pour 750 g de poudre noire, mais ce taux atteignait 55 % lorsqu'on faisait exploser en plus 2 charges de 500 g d'explosif brisant;
- b) 65 %, lorsque la charge de poudre noire (750 g) et trois d'explosif de sûreté (3×750 g) étaient allumées successivement avec un décalage de 0,5 seconde.

L'influence du mode d'allumage était plus marquante encore lorsque les poussières les moins fines étaient déposées sur l'aire de voie, soit :

- 15 % de schiste pour arrêter une explosion amorcée par 700 g d'explosif brisant et 100 g de poudre allumés simultanément;
- 30 % de stérile pour l'amorçage par 750 g de poudre noire et 5×500 g d'explosif de sûreté allumés successivement avec un décalage de 0,5 sec;
- 55 % de stérile lorsque les trois charges d'explosif de sûreté (3×500 g) détonaient 0,5 sec avant la poudre noire (750 g).

Ces recherches confirment celles que l'auteur a faites antérieurement en utilisant, comme amorçage, 25 m³ de mélange grisouteux allumés par une charge de 750 g de poudre noire tirée au mortier.

Elles montrent que la neutralisation à 65 %, prescrite par le règlement polonais, ne donne pas dans les conditions les plus défavorables une sécurité suffisante contre l'extension des coups de poussières.

3. — Quelques observations faites lors des essais d'explosion en galerie souterraine. (M. Schultze Rhonhof).

Pour vérifier la capacité extinctrice d'une poussière stérile, on soumet généralement le mélange homogène de charbon et stérile à l'action d'une violente explosion de grisou ou de charbon pur. Cette épreuve ne répond pas à la réalité, car dans la mine on a le plus souvent des mélanges non homogènes et parfois même des couches alternantes et superposées des deux substances.

M. Schultze-Rhonhof a tenu compte de ce fait pour la réalisation de ses expériences. Celles-ci ont été effectuées dans une galerie souterraine de 220 m de longueur et 7 m² de section.

Voici, en résumé, les considérations auxquelles elles ont donné lieu :

a) *Première série d'expériences.* — Explosion initiale : 50 m³ de mélange grisouteux allumé par un fil de coton nitré, enflammé par deux amorces. Le dépôt de poussières s'étend sur 120 m de longueur à partir du fond de la galerie.

Que la poussière stérile et la poussière charbonneuse soient mélangées dans le rapport 1 : 1 ou que la première recouvre la seconde dans le rapport 2 : 1, la flamme parcourt la galerie sur toute sa longueur (220 m).

L'explosion initiale se développe jusqu'à 91 m ou 25 m de son point de départ, suivant que le stérile est superposé au charbon dans les rapports 4 : 1 ou 6 : 1.

b) *Seconde série d'expériences.* — Explosion initiale : une cartouche de dynamite détone sur un tas de 20 kg de charbon fin dans une zone de 30 m empoussiérée de charbon pur.

Cette explosion donne une flamme qui se propage jusqu'à 170 m environ du fond.

Lorsque la galerie est empoussiérée de stérile à partir de 30 m jusqu'à 90 m du front, à raison de 250 g par m³, l'explosion initiale de charbon pur se développe encore sur 120 m et on obtient le même résultat quand, dans le même tronçon de galerie, une couche de stérile est superposée à une couche de poussière charbonneuse (250 g/m³ pour chacune des deux substances).

De ses essais, l'auteur conclut que la neutralisation, même quand le stérile recouvre la poussière inflammable, ne donne pas une garantie suffisante contre l'extension d'une explosion; elle en réduit évidemment la violence mais, par là, elle peut avoir pour conséquence de diminuer l'efficacité des arrêts-barrages.

Ce fait ressort de plusieurs expériences effectuées avec arrêts-barrages et zones neutralisées.

L'explosion initiale de 50 m³ de mélange grisouteux donnait une flamme qui se propageait en 3,9 secondes jusqu'à 200 m de son point de départ, traversant 140 m de galerie dans laquelle la poussière charbonneuse (250 g/m³) était recouverte d'une quantité double de poussière stérile (500 g/m³).

Quand on installait en plus, à 150 m de l'origine de l'explosion, un arrêt-barrage de 12 éléments chargés à raison de 108 kg de stérile par m², la flamme s'étendait encore jusqu'au bout de la galerie.

En l'absence de zone neutralisée, la flamme s'arrêtait au contraire au voisinage de l'arrêt-barrage.

A la fin de sa note, M. Schultze-Rhonhof donne une description succincte des appareils enregistreurs qu'il utilise pour contrôler la propagation des explosions.

Des indications fournies par ces appareils, il est arrivé à cette conclusion que l'efficacité des arrêts-barrages réside, non pas dans une action thermique, mais bien dans une action mécanique se traduisant par le freinage de la masse de gaz et de poussières en combustion.

C. — Recherches sur la combustion du méthane.

Trois notes sur ce sujet furent présentées par la délégation belge; elles relataient les travaux entrepris à l'Institut National des Mines par M. Vanpée, docteur en sciences. Ces travaux exécutés avec l'aide pécuniaire de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, ont paru récemment dans les « Annales des Mines de Belgique »; nous ne les rappellerons donc ici que très brièvement.

Il s'agit des premiers résultats d'un programme extrêmement étendu dont l'objectif est d'établir le mécanisme même de la combustion.

L'expérimentateur a abordé le problème par deux voies différentes. La première consiste à suivre globalement la combustion et à en saisir tous les caractères observables : température d'inflammation, vitesse de réaction, variations de la pression, etc.

La seconde étude séparément les diverses réactions concourant à la combustion.

D'après les théories modernes, il s'agirait ici d'un mécanisme en chaînes, lequel postule l'intervention de centres propagateurs.

Comme on pourra en juger, les deux premières notes « Transition entre les combustions lente et vive » et « Influence de la vapeur d'eau sur la combustion » répondent au premier mode d'investigation; la troisième « Action du radical méthylène » relève du second mode.

1. — Transition entre les combustions lente et vive.

Dans ce travail, l'expérimentateur étudie, au voisinage du point critique d'inflammation, les combustions lente et vive de deux mélanges, l'un riche en méthane $2 \text{CH}_4 + \text{O}_2$, l'autre riche en oxygène et azote $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 + 8 \text{N}_2$.

L'examen des courbes « pression-temps » caractérisant l'évolution du système permet de trancher la question de savoir si l'explosion est due à des effets thermiques ou à la ramification de réactions en chaînes.

Pour le premier mélange, l'inflammation est de nature thermique, car la pression et la température ne cessent de croître simultanément à partir de l'instant où l'on introduit les gaz dans la chambre de réaction jusqu'au moment de l'explosion.

Pour le second mélange, il y a discontinuité dans la courbe de pression; celle-ci augmente d'abord lentement, indice d'une combustion progressive du méthane en oxyde de carbone, puis monte brusquement, indiquant une inflammation en chaînes ramifiées de l'oxyde de carbone.

2. — Influence de la vapeur d'eau sur la vitesse de combustion.

Depuis les travaux de Bone, on sait que la combustion lente du méthane en phase gazeuse comporte trois périodes successives :

- une période d'induction durant laquelle la vitesse de réaction est négligeable et la pression sensiblement constante;
- une période d'accélération à vitesse et pression croissantes;
- une période de ralentissement qui prend fin avec l'épuisement des gaz réagissants.

On admet généralement que l'accélération a pour origine la présence d'aldéhyde formique agissant comme catalyseur.

D'autres substances pourraient avoir une influence sensibilisatrice; l'eau notamment offre un intérêt particulier, parce qu'elle se forme en quantité appréciable au cours de la transformation.

Il était donc naturel de supposer que l'accélération qui suit immédiatement la période d'induc-

tion n'est pas due uniquement à la formation d'aldéhyde formique, mais bien aussi à l'accumulation de la vapeur d'eau dans le mélange.

Le but de ce travail a été de vérifier ce dernier point en établissant la loi quantitative qui relie la vitesse de réaction à la concentration en vapeur d'eau.

Chaque expérience comportait trois combustions successives de mélanges méthane et oxygène d'abord purs, puis en présence de vapeur d'eau, enfin additionnés d'azote.

On a pu établir ainsi que la vitesse de combustion augmente en raison directe avec la teneur en vapeur d'eau du mélange.

Il n'est pas possible, comme on l'a fait dans le cas du mélange oxydrique, d'assimiler cette influence à celle des gaz inertes, car les expériences en présence d'azote montrent que son action est incomparablement plus faible que celle de l'eau.

L'eau joue par conséquent au même titre que l'aldéhyde formique, un rôle chimique spécifique dans le mécanisme de la combustion.

L'hypothèse suivante a été avancée pour expliquer ce résultat expérimental. Conformément au mécanisme de Lewis et Von Elbe, la période d'induction comporte la formation d'aldéhyde formique qui, selon nous, s'oxyderait ensuite partiellement en donnant naissance aux premières molécules d'eau. Or, aux températures envisagées (500° environ), on sait que l'aldéhyde formique forme facilement un hydrate suivant la réaction :



C'est cet hydrate qui, en se dissociant, produirait les centres actifs H et OH nécessaires pour provoquer la combustion proprement dite en phase homogène.



La vitesse de réaction aurait dès lors pour expression :

$$-\frac{d(\text{CH}_4)}{dt} = k \cdot (\text{CH}_2\text{O}) \cdot (\text{H}_2\text{O})$$

Cette formule rend compte d'une manière quantitative de l'influence sensibilisatrice bien connue de l'aldéhyde formique, ainsi que de la proportionnalité, vérifiée par nos expériences, entre la vitesse et la concentration en vapeur d'eau.

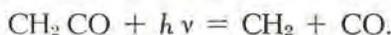
3. — Action du radical méthylène.

Le mécanisme proposé par Norrish pour la combustion du méthane fait intervenir comme centres propagateurs le radical méthylène (CH_2) et l'oxygène atomique.

Comme ces radicaux agissent dans un milieu de méthane et d'oxygène, la question se pose de savoir quelle action ils ont respectivement sur ces deux molécules.

L'expérimentateur a étudié un des points de ce programme, à savoir l'action du radical CH_2 sur le méthane. Ce radical fut préparé au sein même

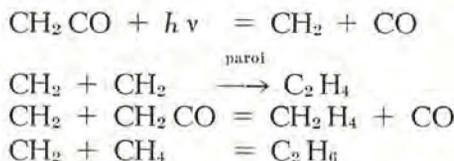
des mélanges cétène + méthane par décomposition photochimique du cétène.



Son action sur le méthane se manifestait alors par la formation d'éthane.

Afin d'établir le mécanisme de la réaction, l'auteur examine l'influence de plusieurs facteurs sur cette formation d'éthane. Il a pu ainsi mettre en évidence que cette dernière est favorisée par la concentration en méthane, alors qu'elle est indépendante de l'intensité d'irradiation.

Ces faits l'ont conduit à proposer le mécanisme :



qui permet de calculer l'expression suivante du rendement ($\varphi_{(r)}$) en éthane :

$$\varphi_{(r)} = \frac{I}{I + A(\text{CH}_4)}$$

où A est une constante et (CH_4) la concentration en méthane.

Cette formule est en bon accord avec l'expérience.

L'auteur montre ensuite les difficultés qu'il y aurait à imaginer un autre mécanisme et conclut à la grande probabilité de celui qu'il propose.

D. — Progrès récents en grisométrie

(M. Hartwell, de Buxton).

Cette communication est consacrée aux méthodes et instruments propres à déterminer la teneur en méthane de l'atmosphère des chantiers.

L'auteur indique d'abord les qualités requises d'un grisomètre : sécurité, sûreté de fonctionnement, précision, facilité de transport; puis il insiste sur la nécessité d'un service d'entretien capable d'effectuer les réparations et les étalonnages périodiques.

En Grande-Bretagne, ce service est assuré par des laboratoires centraux intéressant chacun une douzaine de houillères.

Après cette introduction, l'auteur se livre à un examen critique des appareils utilisés dans les mines britanniques.

La lampe de sûreté à flamme est incontestablement le grisomètre le plus pratique : elle convient pour un examen approximatif et rapide de l'atmosphère, mais ne présente pas la précision qu'exige une étude soignée de la ventilation.

Sous sa forme actuelle, la lampe n'est pas suffisamment sûre en ce qui concerne la fermeture et le rallumage.

Deux perfectionnements sont actuellement à l'étude en Angleterre :

1) Le verrouillage pneumatique. Le cliquet de verrouillage est solidaire d'un ressort qui le main-

tient dans la position de fermeture et d'un piston logé dans le pot. L'ouverture n'est possible qu'à l'intervention d'air comprimé sous pression de 14 kg/cm², qu'on introduit par un ajustage fileté se trouvant sur la surface latérale du pot.

2) Le rallumeur intérieur à magnéto. Une étincelle à haute tension éclate entre un électrode et le tube porte-mèche; elle est fournie par une magnéto à aimant tournant, logée dans la moitié inférieure du pot. On actionne cette magnéto par une clef amovible.

L'auteur s'étend ensuite sur les perfectionnements apportés à des grisomètres portatifs à indication immédiate.

Ceux-ci possèdent généralement un filament métallique porté à l'incandescence par le passage d'un courant électrique. La combustion du méthane au contact du filament entraîne, dans certains appareils, une variation de la pression du mélange (Grisomètres Mack-Luckie, Ringrose), dans d'autres une modification de la résistance du filament (Grisomètres Mine Safety Appliances, Léon-Cerchar).

La plupart de ces appareils ayant été décrits jadis dans des Rapports Annuels de l'Institut National des Mines, nous ne signalerons que les améliorations les plus marquantes qui leur ont été apportées (6).

Le grisomètre Mack-Luckie a été pourvu d'un dispositif assurant la saturation en vapeur d'eau du mélange soumis à la combustion. On a pu améliorer la sensibilité de l'appareil en le munissant d'un tube manométrique de section plus faible que celle prévue à l'origine par le constructeur.

L'appareil Ringrose qui était primitivement un grisoscope (une lampe rouge s'allumant dès que la teneur en méthane dépassait 2 ou 2,5 %) est devenu un grisomètre, avec tube manométrique de lecture. Le filament reçoit maintenant le courant d'une lampe au chapeau, la suppression de l'accumulateur a allégé d'une manière appréciable l'appareil.

A propos des appareils basés sur la variation de la résistance électrique, l'auteur signale qu'il existe actuellement des filaments activés fonctionnant à des températures relativement basses et ne subissant de ce fait qu'une dégradation physique négligeable. La tendance actuelle est d'alimenter le filament par l'accumulateur d'une lampe et de transporter l'appareil sur la poitrine au moyen de courroies, ce qui le protège contre les chocs.

En plus des instruments à lecture immédiate, l'industrie houillère requiert, dans certains cas, des appareils à enregistrement continu. La communication en cite deux : les enregistreurs du Safety in Mines Research Board et Ringrose.

Ces appareils sont assez compliqués en ce sens qu'ils comportent des engins mécaniques actionnés par courant électrique et ayant pour office de contrôler les différentes phases de l'opération : prélèvement du mélange, combustion, expulsion des

(6) Voir « Rapports annuels sur les travaux de 1932 » (Grisomètres Léon et Ringrose), de 1933 (Grisomètre Mack Luckie), de 1936 (Grisomètre Mine Safety Appliances).

gaz brûlés. La pression agit sur une cellule anéroïde qui commande l'organe inscrivant sur un tambour tournant les teneurs en méthane.

Bien que les grisoumètres portatifs soient autorisés dans les mines anglaises, une bonne partie du contrôle grisométrique s'effectue encore dans les laboratoires centraux. Vu le grand nombre d'opérations effectuées, on procède par prélèvements de volume réduit (10 cm³). On détermine la teneur en méthane par combustion dans une burette graduée en dixièmes de pourcent.

L'auteur mentionne finalement l'analyseur par rayons infra-rouges, mais cet appareil, qui a pour avantage de pouvoir être utilisé également pour la détermination de l'oxyde de carbone, est encore peu répandu.

E. — Nouvelle méthode de neutralisation par poussières stériles dans les mines de charbon

(MM. Hartmann, Nagy, Howarth et Sachs du Bureau of Mines).

Cette méthode expérimentée, mais non encore agréée par le Bureau des Mines, repose en principe sur l'utilisation de charges explosives pour la dispersion de la matière stérile.

Le procédé est susceptible de deux variantes :

- a) prévenir l'inflammation par neutralisation des poussières charbonneuses dans les galeries;
- b) contrarier l'extension d'un coup de poussière.

Les expérimentateurs ont constaté en effet qu'il est possible, en faisant détoner des charges d'explosifs de sûreté (charges de 225 g) sous des sacs de papier renfermant du calcaire broyé, d'obtenir une répartition convenable de la substance neutralisante au toit, sur les parois et sur le sol des galeries. Ils sont arrivés également à des résultats satisfaisants en plaçant l'explosif à l'intérieur même du sac.

Dans les deux cas, il n'y a risque d'inflammation ni du grisou, ni des poussières, si la cartouche d'explosif est entièrement couverte par le stérile.

Les auteurs estiment que ce moyen de dispersion peut être intéressant lorsque la mise en œuvre des procédés normaux s'avère difficile ou onéreuse.

L'utilisation des sacs de poussières comme arrêts-barrages est plus délicate, la cartouche de dispersion doit exploser un court instant avant l'arrivée de la flamme.

Cette condition a été réalisée à l'intervention de relais de genres divers. Les uns étaient purement mécaniques, les autres étaient commandés électriquement, soit par la chasse d'air, soit par la flamme.

Dans tous les cas expérimentés par les auteurs, l'explosion n'a pas dépassé la zone de dispersion de la poussière extinctrice.

Le procédé peut donc rivaliser d'efficacité avec les barrages ordinaires; les auteurs lui reconnaissent cependant des inconvénients de nature à contrarier son développement (présence permanente de charges explosives dans les galeries, nécessité de relais de fonctionnement précis).

F. — Bourrage par bouchons incombustibles

(MM. Hartmann, Howarth, Nagy du Bureau of Mines).

Ces bouchons se composent de deux pièces faites d'un mélange d'asbeste et de ciment : un cône de section circulaire et un cylindre percé axialement d'un canal. Sous la poussée du bourroir, le cône pénètre dans le cylindre et le fait éclater jusqu'à obstruction complète du fourneau. Suivant le diamètre, le poids du bouchon varie de 136 à 453 g.

Les expérimentateurs du Bureau of Mines se sont attachés à rechercher d'abord si, au point de vue du risque d'inflammation du grisou, ce procédé présentait la même efficacité que le bourrage à l'argile. Ils ont vérifié également si, comme le prétendait l'inventeur, le bouchon avait pour avantage de faciliter la mise à feu des mines ratées, l'opération consistant simplement à introduire dans le fourneau resté intact une cartouche amorcée et un second bouchon. En présence du grisou, on a donc tiré des charges d'explosif brisant (dynamite à 40 % de nitroglycérine) et d'explosifs de sûreté (permissible explosive), avec amorçage postérieur dans des trous forés horizontalement en veine non havée.

On a constaté ainsi que le bouchon incombustible présentait sensiblement la même garantie qu'un bourrage d'argile de même poids.

Pour simuler un raté, les expérimentateurs ont introduit des charges d'explosif de sûreté non amorcées, mais bourrées avec un bouchon, dans des trous en veine sous cavée.

Les résultats n'ont été réellement satisfaisants que lorsque la cartouche introduite contre la mine ratée était de grande puissance et qu'elle était amorcée à son extrémité antérieure.

Dans les autres cas, cartouche auxiliaire amorcée à l'arrière, explosif de puissance moyenne tant pour le raté que pour la cartouche auxiliaire, on n'a pu obtenir chaque fois le départ de la mine ratée.

Au total, le procédé s'est révélé inefficace dans 50 % des cas expérimentés.

G. — Les prescriptions allemandes relatives à la construction du matériel électrique antigrisouteux

(M. Hülsberg de la Station de Derne).

Dans cette communication, l'auteur s'attache à défendre un système de protection admis par la Station de Derne, l'enveloppe de sécurité renforcée (« Erhöhte Sicherheit ») applicable aux appareils qui, dans les conditions normales de fonctionnement, ne produisent pas d'étincelle.

Cette enveloppe n'est pas « antidéflagrante » (7) au sens indiqué par les autres stations; en Allemagne, son emploi est subordonné à l'observation

(7) Une enveloppe « antidéflagrante » doit supporter sans dommage le choc d'une explosion interne de méthane et empêcher la propagation de cette explosion dans l'atmosphère ambiante.

de certaines normes, propres à écarter l'éventualité d'une cause interne d'inflammation.

L'auteur justifie cette manière de voir à propos de deux types d'appareils très utilisés dans les mines : les boîtes à bornes ou à connexions, les armatures d'éclairage.

Pour les premières, les règles allemandes visent notamment les dispositifs de serrage des pièces conductrices et le choix des isolants.

La protection par enveloppe antidéflagrante pour des appareils de ce genre, pourrait inciter les constructeurs à négliger certains détails de réalisation et serait ainsi la cause indirecte d'incidents observés en Allemagne, tels que perçement des parois par arc électrique, pression destructrice due à la distillation d'isolants.

En ce qui concerne les armatures d'éclairage raccordées au réseau (250 V), le danger réside dans l'ampoule et son socket.

Par échauffement, le ciment qui scelle le culot sur le verre peut s'effriter, le verre se détache, les conducteurs amenant le courant au filament entrent en contact et produisent des étincelles. Pour éviter cette avarie, la station de Derne procède à des essais de résistance à l'échauffement.

Les sockets doivent en outre être d'un type clos, de telle sorte qu'un mélange grisouteux s'y allumant par étincelle due au desserrage de l'ampoule, ne puisse provoquer une explosion à l'intérieur du globe.

Moyennant ces précautions, le globe de protection ne doit pas être nécessairement « antidéflagrant ».

DEUXIEME PARTIE : LE CAPTAGE DU GRISOU

Compte rendu par INICHAR.

Communication de M. J. FRIPIAT (Belgique).

La communication la plus importante fut celle de M. J. Fripiat, Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines, relatant les résultats d'une expérience de dix mois dans le dégazage d'un chantier par sondage.

Les lecteurs des Annales trouveront cette communication, in extenso, dans la livraison de septembre 1950, pages 637 à 648.

Rappelons-en brièvement les points essentiels.

Les essais ont été effectués à la division « Charbonnages Belges » à Frameries, de la S.A. John Cockerill, dans le quartier extrême est du champ d'exploitation du Siège Grand-Trait, à l'étage de 950 mètres, dans un faisceau particulièrement grisouteux de couches à 20 % de matières volatiles.

Ce faisceau, à la base de la zone d'Asch, comprend trois veines exploitables d'allure assez régulière, soit de haut en bas, Veine 3, Veine 4 et Veine 4-bis, inclinées de 12 à 15°, pied sud-sud-ouest.

Les couches sont déhouillées dans des tailles chassantes progressant vers le levant en zone vierge à partir du méridien situé à 1.700 mètres à l'est du Siège Grand-Trait.

Le déhouillement des couches 4 et 4-bis a été plus ou moins intermittent, tandis que la Veine 3 a toujours fait l'objet d'une exploitation régulière par taille de 150 à 170 mètres de longueur.

Avant captage, le chantier était extrêmement grisouteux. On avait en moyenne :

Production en t par 24 heures : 115;

Débit d'air en m³ par minute : 7.500;

Teneur en CH₄ à l'entrée de la voie de retour d'air : 5 %.

Le 11 juillet 1949, le premier sondage, long de 40 mètres, fut creusé dans le toit de la couche vers la zone détendue, à partir de la voie de tête, à 25 mètres en arrière de la taille.

Il commença à débiter du grisou à raison de 40 m³ par heure, dès la traversée de la Veine 2, située à 10 mètres au-dessus.

Les observations portent sur 6 trous forés dans des conditions analogues, inclinés à 48° sur l'horizontale et à 45° sur la direction d'avancement, distants de 25 à 30 mètres, mesurant 40 à 70 mètres de longueur et 65 mm de diamètre minimum.

A tube fermé, on note une pression de grisou de quelques dizaines de mm de mercure. L'auteur relate les mesures de débits effectuées sur un des trous de sonde pendant un mois et demi. Ce trou avait été foré à 7 m 50 de la taille. Le débit sous pression naturelle varie au cours de la journée et passe par un maximum vers la fin de l'abatage. Il dépend de l'éloignement de la taille et atteint une valeur maximum de 500 m³ par heure environ, lorsque la distance est de 20 mètres. Il se maintient ensuite à cette valeur pendant plusieurs semaines. Quand il y a aspiration, cette distance est plus grande et de l'ordre de 50 mètres.

Le débit d'un sondage sous pression naturelle est directement influencé par l'avancement du front. Tout arrêt, dû aux jours de chômage par exemple, donne lieu à une diminution du débit.

Le grisou débité sous pression naturelle est très pur et contient 98 % de méthane.

Sous dépression artificielle, réglée de façon qu'elle ne dépasse pas quelques dizaines de mm d'eau à l'orifice des sondages, on a obtenu les résultats ci-après :

- Le débit d'un sondage donné est fonction de sa distance au front. Il passe par un maximum lorsque cette distance est d'une cinquantaine de mètres environ et décroît ensuite lentement. Il est encore très sensible à 150 m du front;
- Si l'on porte en graphique les débits de chaque sondage, à diverses époques, en fonction de la distance au front de taille, on constate que les courbes de débit des divers sondages ne se juxtaposent pas, le débit du sondage n° 4, à 50 m du front, est différent de celui du sondage n° 3 lorsque ce dernier occupe la même position relative par rapport à la taille. En général,