

IX^e Conférence Internationale des Directeurs des Stations d'Essais

(Juin et juillet 1956)

Communications analysées et résumées

par J. FRIPIAT

Directeur divisionnaire des Mines,
Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines.

(Suite) (*)

RECHERCHES SUR L'INFLAMMATION DU GRISOU PAR LES EXPLOSIFS

Dans le fascicule d'octobre des Annales des Mines de Belgique, nous avons résumé et analysé 8 communications relatives au comportement des explosifs en fonction de leurs caractéristiques propres : composition, granulométrie, etc.

Les communications suivantes visent tout spécialement l'action des conditions extérieures, c'est-

à-dire indépendantes de la nature des explosifs.

Comme on le verra, l'état hygrométrique de l'atmosphère, le confinement, le nombre de charges et leur échelonnement dans le temps agissent de façons diverses sur la sécurité du tir en atmosphère grisouleuse.

Influence de l'humidité atmosphérique sur l'inflammation du grisou par les explosifs

par MM. GRANT, MASON et DAMON (13)

Dans une note présentée à la VIII^e Conférence internationale (Dortmund 1954), Sartorius et Thouzeau du Cerchar (France) avaient mis en évidence l'influence de l'humidité atmosphérique sur les tirs en galerie expérimentale.

L'accroissement de l'humidité du mélange gazeux diminuant son inflammabilité, ces auteurs attribuaient cette action au fait que la présence de vapeur d'eau entraîne une réduction parallèle de la teneur en oxygène.

Cette question a été étudiée également au Bureau of Mines.

Grant, Mason et Damon ont utilisé à cette fin une méthode analogue à celle dont ils ont exposé le principe à la VIII^e Conférence.

Elle consiste à faire détoner une charge d'explosif (quelques grammes), dans un mortier de petit calibre en présence de mélanges de gaz naturel, d'oxygène et d'azote. La teneur en gaz inflammable restant la même, la fréquence d'inflammation, c'est-à-dire le rapport du nombre d'inflammations au nombre total d'essais, croît avec la teneur en oxygène.

On prend comme critère de sécurité le pourcentage ou indice d'oxygène conduisant à la fréquence d'inflammation 0,5 (5 inflammations sur 10 essais).

(*) Voir n° de novembre et décembre 1957 des « Annales des Mines de Belgique ».

(13) Communication n° 23 du Bureau of Mines des Etats-Unis d'Amérique.

Un explosif est d'autant plus sûr que son indice d'oxygène est plus élevé.

Pour les recherches actuelles, la méthode se complique du fait qu'il faut en plus faire varier, par apport de vapeur d'eau, le degré hygrométrique du mélange.

Celui-ci renferme toujours 8 % de gaz naturel, lequel est composé de 90 % de méthane et de 10 % d'éthane.

La charge utilisée est le tétryl (charge 5 g).

1^{re} série d'essais.

Les expérimentateurs ont d'abord recherché si l'effet de l'humidité pouvait être mesuré par l'indice d'oxygène.

Pour trois degrés hygrométriques différents, ils ont déterminé les concentrations en oxygène pour lesquelles il y avait cinq inflammations et cinq non-inflammations.

La moyenne arithmétique des concentrations d'oxygène a été prise comme indice d'oxygène.

Les résultats figurent au tableau XI.

TABLEAU XI.

Humidité relative	Pourcentage d'oxygène		Moyenne
	pour 5 non inflammations	pour 5 inflammations	
20	18	20	19
50	18	21	19,5
100	18	21	19,5

Les indices d'oxygène sont très voisins malgré de grandes différences dans l'humidité relative : on pouvait déjà conclure de là que le changement de teneur en humidité a peu d'effet sur l'inflammation du grisou par le tétryl.

Par des essais complémentaires, les expérimentateurs se sont assurés que les résultats de leur méthode étaient bien reproductibles.

2^{me} série d'essais.

70 tirs ont été exécutés dans des atmosphères de teneur en oxygène constante (19,5) mais d'humidités relatives variables : on a obtenu ainsi les résultats du tableau XII.

On voit qu'une variation de l'humidité relative de 20 à 100 % pour une teneur constante en oxygène n'influence guère la fréquence d'inflammation par le tétryl.

3^{me} série d'essais.

On a utilisé des mélanges air - gaz naturel (8 %) et renfermant donc 19,5 % d'oxygène, auxquels on a ajouté des quantités variables de vapeur d'eau : celle-ci abaissait la teneur finale en oxygène.

On a obtenu les résultats du tableau XIII.

TABLEAU XIII.

Humidité relative	Nombre de tirs	Fréquence d'inflammation
20	10	0,8
55	10	0,4
50	50	0,53
75	10	0,2
100	10	0,5

Le risque d'inflammation diminue en même temps que la teneur finale en oxygène.

De l'ensemble de tous ces travaux, on peut conclure que le facteur influençant la fréquence d'inflammation est la teneur en oxygène et non pas l'humidité relative.

Effet de la température.

Les variations de température de l'atmosphère peuvent faire varier la teneur en humidité et, par conséquent, celle en oxygène.

A partir d'une atmosphère de comparaison

- gaz naturel 8 %
- humidité relative 50 %
- teneur en oxygène 19,5 %

on a augmenté la température.

TABLEAU XII.

Humidité relative	Nombre de tirs	Teneur en oxygène	Fréquence d'inflammation
20	10	19,5	0,6
25	10	19,5	0,5
50	50	19,5	0,53
75	10	19,5	0,50
100	10	19,5	0,50

TABLEAU XIV.

Température	Nombre de tirs	Humidité relative	Pourcentage d'oxygène	Fréquence d'inflammation
10	10	50	19,5	0,4
20	10	50	19,5	0,6
30	50	50	19,5	0,55
40	10	50	19,5	0,6
50	10	50	19,5	0,6

Il en résultait un accroissement de la vapeur d'eau qu'on compensait par des additions d'oxygène au mélange.

Les tirs ont donné alors les résultats du tableau XIV ; ceux-ci montrent que, si la teneur finale en oxygène est maintenue constante, la température est sans effet notable sur la fréquence d'inflammation.

Effet de l'oxygène dans l'atmosphère de la galerie.

250 tirs ont permis aux expérimentateurs d'établir la courbe de la figure 19 d'où ressort l'influence de la teneur en oxygène.

Pour une variation de 0,5 du pourcentage d'oxygène, la probabilité d'inflammation passe de 0,4 à 0,8.

Conclusions.

L'effet de l'humidité atmosphérique sur l'inflammation du grisou par les explosifs est nul si la teneur finale en oxygène dans la galerie est maintenue constante.

Les essais confirment donc les conclusions de Sartorius et de Thouzeau ; la vapeur d'eau influe dans la mesure où elle fait varier le pourcentage d'oxygène.

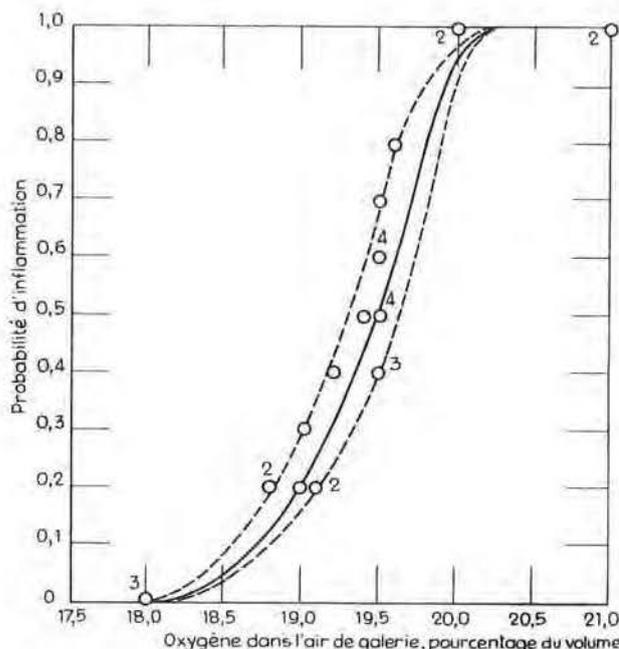


Fig. 19. — Effet d'oxygène dans l'air d'une galerie. Courbe sigmoïde caractéristique montrant l'effet de variation du pourcentage d'oxygène dans un mélange air et 5 % de gaz naturel sur la probabilité d'inflammation quand on emploie un tir explosif de 5 g de tétryl.

La température de l'atmosphère dans la galerie n'a pas d'effet sur la fréquence d'inflammation si les autres conditions restent constantes.

Sécurité des explosifs tirés dans un mortier à fente en présence de grisou

par le Dr. Ing. W. CYBULSKI (14)

L'explosion d'une charge au rocher donne souvent lieu à l'irruption, dans l'atmosphère ambiante, de flammes s'échappant par la paroi latérale du fourneau.

Suivant les circonstances, ces flammes allument ou n'allument pas le grisou.

L'auteur a recherché dans quelle mesure cet événement est influencé par la distance de la charge à la surface libre du massif.

Il utilisait un mortier ouvert latéralement dans lequel les cartouches étaient recouvertes d'une couche d'épaisseur constante de matière inerte, soit pulvérulente, soit agglomérée.

Les expériences ont été exécutées dans une galerie cylindrique (diamètre 2 m) et dans une galerie de section rectangulaire (2,5 × 1,8 m).

(14) Communication n° 43 de la mine expérimentale Barbara de Mikolow (Pologne).

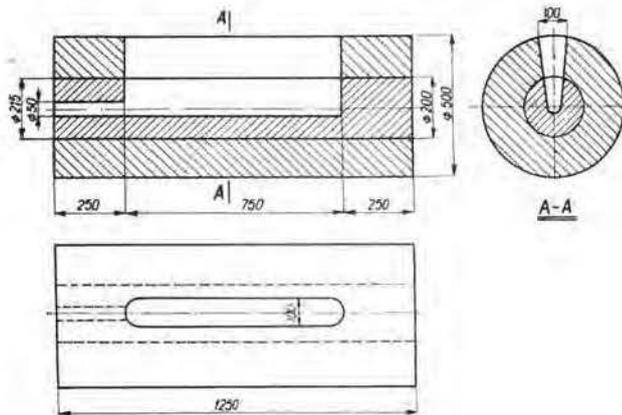


Fig. 20. — Mortier à fente.

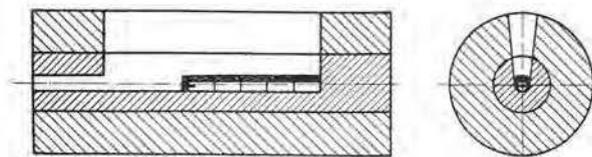


Fig. 21. — Mortier à fente avec une charge couverte d'argile.

On peut voir, à la figure 20, le mortier à fente et, à la figure 21, le même, avec les cartouches et leur couverture de matière inerte.

Celle-ci a varié au cours des essais :

- de l'argile plastique à 15 % d'humidité ;
- du charbon en grains de 5 à 10 mm ;
- du charbon en grains agglomérés par du ciment ;
- du calcaire broyé ;
- du chlorure sodique en grains ;
- du chlorure sodique aggloméré,

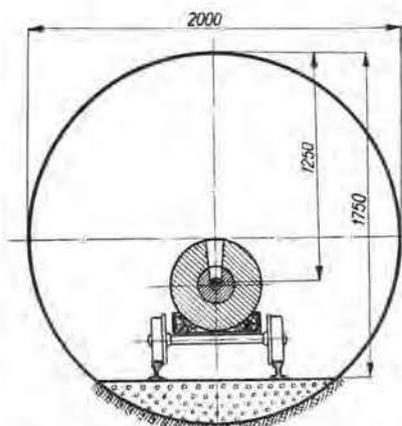


Fig. 22. — Mortier à fente dans la galerie cylindrique.

Les figures 22, 23 et 24 représentent les diverses positions du mortier variables avec la forme de la galerie.

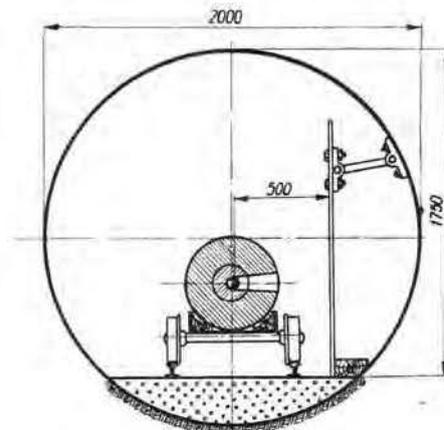


Fig. 23. — Mortier à fente dans la galerie cylindrique avec une plaque en acier (résistance rigide).

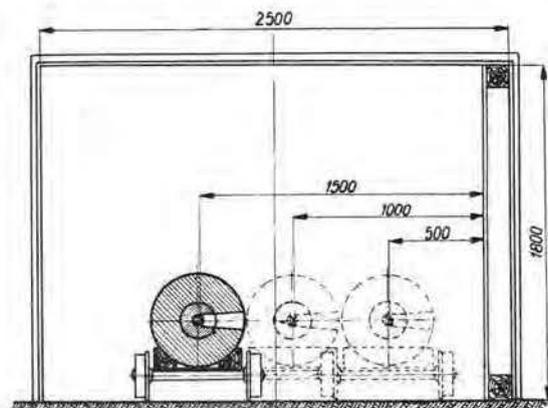


Fig. 24. — Divers placements du mortier à fente dans la galerie rectangulaire.

Dans chaque cas, les gaz s'échappant du fourneau rencontrent une paroi de tôle circulaire ou plane.

h est la distance de la charge à la paroi.

Les essais ont porté sur 5 explosifs de sûreté : B 50 à la nitroglycérine et renfermant 39 % de chlorure sodique.

M 25 à 65 % de nitrate ammonique et 25 % de chlorure sodique.

MS 45 à 42,5 % de nitrate ammonique et 45 % de chlorure sodique.

Les conditions dans lesquelles les essais ont été effectués, ainsi que les résultats obtenus, sont indiqués aux tableaux XV, XVI, XVII.

Les résultats sont notés en fréquence d'inflammation (rapport du nombre d'inflammations au nombre total d'essais).

Essais de l'explosif B 50 (Tableaux XV).

En galerie cylindrique, une cartouche non couverte donne 12/19 ou 63 % d'inflammation avec $h = 125$ cm et 100 % d'inflammation avec $h = 50$ cm, c'est-à-dire que la sécurité diminue quand la charge est rapprochée de la paroi.

Par contre, la charge de 5 cartouches couverte de 4 cm d'argile allume à la fréquence de 20 % lorsque la distance h est de 125 cm, mais n'allume pas lorsque la distance est de 50 cm.

Toujours avec la même charge de 5 cartouches et la distance de 50 cm, il faut 4 cm d'argile et 10 cm de charbon en grains pour qu'il n'y ait pas inflammation.

L'épaisseur d'argile supprimant l'inflammation augmente avec le nombre de cartouches tirées. De plus, pour la même charge et la même distance h , cette épaisseur est moindre en galerie rectangulaire qu'en galerie cylindrique.

Essais de l'explosif M 25 (Tableau XVI).

Dans la galerie circulaire, une cartouche non recouverte donné, pour les distances h de 125 et 50 cm, les fréquences d'inflammation de 12/25 et 5/8.

La charge de 5 cartouches n'allume pas si elle est recouverte de :

- 1 cm d'argile avec $h = 125$ cm
- 6 cm de charbon fin avec $h = 50$ cm
- 2 cm de charbon aggloméré avec $h = 50$ cm.

Le même explosif a été expérimenté avec une gaine de chlorure sodique.

100 g allumaient encore, malgré une gaine de 2 cm d'épaisseur.

TABLEAU XV — Explosif B 39.

Distance h de la charge à la paroi (en cm)	Charge en cartouches de 100 g	Matière sur la charge épaisseur en cm	Fréquence d'inflammation
<i>Galerie cylindrique</i>			
125	1	néant	12/19
»	2	»	10/10
»	5	argile 1	2/4
»	5	» 2	2/4
»	5	» 3	1/10
»	5	» 4	2/10
»	5	» 5	0/10
50	1	néant	5/5
»	1	argile 0.5	2/5
»	1	» 1	0/5
»	2	» 1	0/10
»	5	» 2	2/5
»	5	» 3	1/5
»	5	» 4	0/10
»	1	charbon grain 1	1/1
»	1	» » 2	0/10
»	5	» » 4	1/2
»	5	» » 6	1/2
»	5	» » 8	1/8
»	5	» » 10	0/10
<i>Galerie rectangulaire</i>			
200	1	néant	1/10
150	1	»	7/10
»	5	»	5/5
»	5	argile 1	2/10
»	5	» 2	0/10
100	5	» 1	7/10
»	5	» 2	0/10
50	5	» 2	1/10
»	5	» 3	0/10

Cependant 5 cartouches n'ont pas allumé alors qu'elles étaient recouvertes de 2 cm de chlorure sodique en grains ou de calcaire broyé.

Dans la galerie rectangulaire, 5 cartouches n'allument pas si elles sont recouvertes de 4 cm de charbon aggloméré, la distance variant de 50 à 150 cm.

Essais de l'explosif MS 45 (Tableau XVII).

Dans la galerie cylindrique, pour $h = 125$ cm,

une cartouche découverte n'allume pas, mais deux cartouches allument à la fréquence de 8/20.

Cinq cartouches n'allument pas à 125 cm de la paroi de choc si elles sont couvertes de 5 cm d'argile ou de 2 cm de charbon fin. Lorsque la charge est à 50 cm de la paroi de choc, il faut 6 cm de charbon fin et 2 cm de charbon aggloméré.

Dans la galerie rectangulaire, il faut 1 et 2 cm de charbon aggloméré pour supprimer l'inflammation par 5 cartouches, et cela, pour $h = 100$ et 50 cm.

TABLEAU XVI — Explosif M 25.

Distance h de la charge à la paroi (en cm)	Charge en cartouches de 100 g	Matière sur la charge épaisseur en cm	Fréquence d'inflammation
<i>Galerie cylindrique</i>			
125	1	néant	12/25
»	2	»	9/11
»	5	»	5/5
»	1	argile 1	0/5
50	1	néant	5/8
»	5	»	5/5
»	5	charbon fin 2	1/5
»	5	» » 4	1/10
»	5	» » 6	0/20
»	5	charbon ciment 2	0/5
»	5	calcaire broyé 1	1/1
»	5	» » 2	0/5
»	5	chlorure sodique 1	1/1
»	5	» » 2	0/5
»	1	gaine de chlorure 0,5	1/10
»	2	» » 0,5	5/5
»	5	» » 1,0	1/1
»	5	» » 2	0/5
<i>Galerie rectangulaire</i>			
150	5	néant	5/5
»	5	charbon ciment 1	2/5
»	5	» » 2	5/16
»	5	» » 5	0/20
100	5	» » 1	2/5
»	5	» » 2	5/15
»	5	» » 5	0/50
»	5	» » 4	0/20
50	1	néant	8/10
»	1	charbon ciment 2	0/10
»	5	» » 2	4/15
»	5	» » 5	2/15
»	5	» » 4	1/42

TABLEAU XVII — Explosif MS 45.

Distance <i>b</i> de la charge à la paroi (en cm)	Charge en cartouches de 100 g	Matière sur la charge épaisseur en cm	Fréquence d'inflammation
<i>Galerie cylindrique</i>			
125	1	néant	0/20
»	2	»	8/20
»	5	»	6/10
»	5	argile 0,5	0/20
»	5	charbon fin 1	1/5
»	5	» » 2	0/10
50	1	néant	4/15
»	5	»	5/5
»	5	charbon fin 1	2/2
»	5	» » 2	1/2
»	5	» » 4	2/15
»	5	» » 6	0/20
»	5	charbon ciment 2	0/5
<i>Galerie rectangulaire</i>			
150	1	néant	0/10
»	2	»	5/10
»	5	»	1/10
100	1	»	1/10
»	5	charbon ciment 1	0/20
50	1	néant	6/10
»	5	charbon ciment 1	4/20
»	5	» » 2	0/20

Conclusions.

1) Tous les explosifs allument à faible charge le grisou s'ils ne sont pas couverts d'une substance protectrice (argile, charbon, etc).

2) Pour qu'il n'y ait pas inflammation, il ne faut pas nécessairement une forte épaisseur de substance protectrice.

Avec l'explosif MS 45, 0,5 cm d'argile suffit alors que $h = 125$ cm.

En général, il ne faut pas plus de 4 cm de charbon aggloméré pour empêcher l'inflammation par 5 cartouches d'explosif avec $h = 50$ cm.

3) Les épaisseurs des couvertures d'argile ou de charbon aggloméré assurant la sécurité du mortier à lente sont du même ordre que la longueur du bourrage nécessaire pour la non-inflammation par le tir au mortier normal.

4) Quand la distance entre la charge et la paroi de choc diminue, on observe une augmentation du risque d'inflammation par les charges non couvertes, mais on n'observe pas un accroissement parallèle de la couverture assurant la sécurité.

5) Les essais de l'explosif M 25 gainé au chlorure sodique montrent qu'il faut des épaisseurs importantes de gaine pour empêcher l'inflammation.

Recherches sur la sécurité du tir en fonction de l'importance et de l'échelonnement des charges

par le Dr. Ing. W. CYBULSKI (15)

Le but de l'auteur était de rechercher dans quelle

mesure le risque d'inflammation du grisou en galerie expérimentale est influencé par le nombre de charges explosant, soit simultanément, soit avec un faible décalage.

(15) Communication n° 34 de la mine expérimentale Barbara de Mikolow (Pologne).

Conditions d'essais.

Deux explosifs ont été utilisés : les types M 25 et M 45.

Les caractéristiques de ces explosifs ont été données dans la communication précédente (n° 45).

Au mortier sans bourrage, l'explosif M 25 n'allume pas le grisou, même avec l'amorçage postérieur.

L'explosif MS 25 est plus sûr encore ; la charge de 2.000 g suspendue en atmosphère grisouteuse ne produit pas l'inflammation.

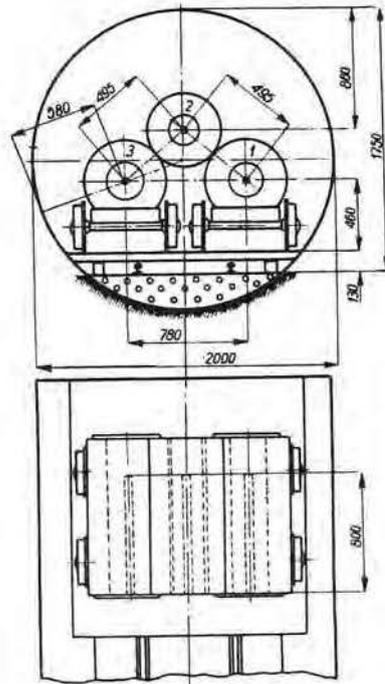


Fig. 25. — La petite galerie d'essai ronde avec trois canons.

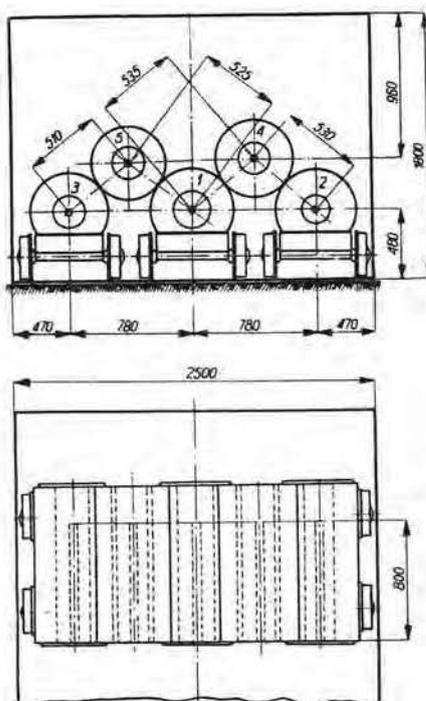


Fig. 26. — La galerie d'essai rectangulaire avec cinq canons.

Les recherches ont été réalisées dans les deux galeries (cylindrique et rectangulaire) citées à la communication n° 45. Les mortiers étaient disposés comme indiqué aux figures 25 et 26.

Pour les tirs à retard, on a utilisé un appareillage électrique spécial permettant d'allumer les charges avec des écarts extrêmement précis.

Les résultats des essais ont été soumis à l'analyse statistique.

Dans notre compte rendu, nous donnons les probabilités d'inflammation calculées par cette méthode.

Essais de l'explosif M 25.

Il y a lieu de noter d'abord que cet explosif à la charge de 1400 g, charge maximum pouvant être introduite dans le mortier le plus long de la station, n'allume pas le grisou. Ce fait ressort d'une série de 20 tirs effectués avec l'amorçage postérieur.

Les résultats des tirs simultanés sont indiqués aux tableaux XVIII (tirs instantanés) et XIX (tirs à retard).

L'amorçage postérieur conduit à la probabilité maximum d'inflammation (série I). Pour les deux modes d'amorçage, elle diminue avec le nombre de charges (séries I et IV — charges de 500 g) et aussi avec leur importance (série II — 3 charges de poids décroissants).

Sur 20 tirs de 3 charges de 100 g avec amorçage postérieur, on a encore enregistré une fréquence d'inflammation de 2/20 et calculé une probabilité d'inflammation de 0,11 (série II).

Pour expliquer les accroissements parallèles de la probabilité d'inflammation et du nombre de charges, l'auteur rappelle les idées de Lewis et Von Elbe du Bureau of Mines des Etats-Unis. Ces expérimentateurs considéraient, comme origine probable de l'inflammation, les poches de grisou incluses dans les sinuosités du nuage formé par les gaz chauds de l'explosif.

La disposition en triangle de charges explosant simultanément conduit vraisemblablement à une telle configuration des matières projetées dans l'atmosphère inflammable.

L'espacement des départs est par contre défavorable à la formation de ces poches.

L'auteur a fait exploser au mortier n° 1 de la figure 25 une charge de 500 g, puis 10 secondes plus tard deux charges de 500 g dans les mortiers n° 2 et 3. Pour 20 essais, la probabilité d'inflammation a été trouvée de 0,20, alors qu'elle atteignait 0,65 pour le tir simultané (série I du tableau).

De même, on a tiré successivement 3 charges en galerie cylindrique, régulièrement espacées dans l'ordre suivant : mortier n° 1, mortier n° 3, mortier n° 2 (figure 25).

Ainsi qu'en témoigne le tableau XIX, la probabilité d'inflammation diminue lorsqu'on fait croître le délai entre les départs.

TABLEAU XVIII. — Explosif M 25.

Tirs avec détonateurs instantanés.

Charges nombre et poids	Bourrage	Probabilité d'inflammation	
		amorçage antérieur	amorçage postérieur
<i>Série I — Galerie cylindrique (échantillon A)</i>			
3 × 500 g	néant	0,24	0,65
2 × 500 g	»	0,035	0,10
1 × 500 g	»	0,002	0,002
<i>Série II — Galerie cylindrique (échantillon B)</i>			
3 × 500 g	néant		0,71
3 × 500 g	»		0,37
3 × 200 g	»		0,22
3 × 100 g	»		0,11
<i>Série III — Galerie cylindrique (échantillon B)</i>			
3 × 500 g	néant		0,71
»	argile 1 cm		0,31
»	» 2 cm		0,6
»	» 3 cm		0,004
<i>Série IV — Galerie rectangulaire (échantillon A)</i>			
5 × 500 g	néant	0,42	
4 × 500 g	»	0,15	
3 × 500 g	»	0,04	
2 × 500 g	»	0,005	
1 × 500 g	»	0,0005	

TABLEAU XIX.

3 charges de 500 g d'explosif M 25 (échantillon B)
en galerie cylindrique

Tirs à retard	
Intervalle entre les départs successifs en ms	Probabilité d'inflammation
0	0,72
50	0,34
100	0,08

On remarque aussi que, pour les tirs avec amorçage antérieur de la série I (tableau XVIII), la probabilité d'inflammation augmente brusquement lorsqu'on passe de 2 à 3 charges ; on n'observe rien d'analogue dans la série IV du même tableau (galerie rectangulaire). Il faut noter que, pour la série IV, les trois charges explosent dans les fourneaux 1, 2, 3 placés non plus en triangle mais sur un même plan horizontal, disposition moins favorable à la formation de « poches de grisou ».

Mais celles-ci réapparaissent vraisemblablement avec l'augmentation du nombre de charges (4 et 5

charges) en galerie rectangulaire ; on observe alors, en effet, un accroissement de la probabilité d'inflammation (0,15 et 0,42 série IV).

En galerie rectangulaire, le tir à temps donne lieu à une réduction importante du risque d'inflammation.

On a fait exploser 5 charges de 500 g : deux dans les fourneaux n° 2 et 3 au temps 0, et trois dans les fourneaux 1, 4, 5, 50 millisecondes plus tard.

Sur 50 tirs, aucune inflammation n'a été observée.

Essais de l'explosif MS 45.

Rappelons d'abord qu'aux essais d'agrégation, l'explosif n'a pas allumé à la charge unique de 1400 g avec l'amorçage postérieur.

Les résultats rapportés aux tableaux XX et XXI confirment ceux obtenus avec l'explosif M 25.

La probabilité d'inflammation par le tir simultané augmente avec le nombre de charges (série I) et avec leur importance (série II) (Tableau XX).

De même, la probabilité d'inflammation diminue quand on augmente l'espacement des départs du tir à temps (Tableau XXI).

TABLEAU XX.

Explosif MS 45 — Tirs instantanés en galerie circulaire. Amorçage postérieur.

Charges Nombre et poids	Probabilité d'inflammation
<i>Série I</i>	
5 × 1 000 g	0,999
2 × 1 000 g	0,75
1 × 1 000 g	0,001
<i>Série II</i>	
5 × 1 000 g	0,94
5 × 6 000 g	0,59
5 × 500 g	0,25
5 × 400 g	0,12
5 × 300 g	0,05

TABLEAU XXI.

Explosifs MS 45 — Tirs à temps en galerie circulaire. Amorçage postérieur.

Intervalle entre les départs successifs en ms	Probabilité d'inflammation
0	0,999
25	0,16
50	0,05

Conclusions.

1) L'accroissement du nombre de charges explosant simultanément (1 à 5 ou 1 à 3) entraîne une augmentation considérable de la probabilité d'inflammation, surtout quand la disposition des fourneaux est favorable à la formation de « poches » de grisou (disposition triangulaire).

Le fait s'observe même avec des explosifs qui se montrent très sûrs lorsqu'ils sont tirés en charge unique.

2) Le bourrage améliore grandement la sécurité du tir.

3) La probabilité d'inflammation diminue quand on augmente le délai entre les départs successifs.

Les expériences de M. Cybulski rappellent quelque peu celles effectuées en 1951 à l'Institut National des Mines.

A cette époque, nous avons soumis également nos explosifs S.G.P. à l'épreuve du tir simultané en galerie expérimentale. Dans deux ou trois mortiers, on faisait détoner en une fois (avec des détonateurs instantanés), 2 ou 3 charges de 900 g.

(900 g était la charge limite par coup unique en présence du grisou et des poussières).

Aucun de ces tirs ne produisit l'inflammation.

Ces expériences déterminèrent l'Administration des Mines à rapporter les articles 21, 3^o et 25 du règlement de 1920 sur l'emploi des explosifs.

Ces articles, visant spécialement les mines grisouteuses de seconde et troisième catégories, stipulaient :

a) que la section d'ouverture des galeries devait être de 2 m² au moins ;

b) que, dans les galeries des chantiers d'exploitation, on ne pouvait tirer qu'une mine à la fois.

C'étaient là les conditions dans lesquelles les expérimentateurs de Frameries avaient effectué leurs recherches sur les explosifs S.G.P. : galerie de 2 m² de section, un seul mortier.

La Commission chargée de la révision de la police du minage avait estimé qu'elles devaient figurer dans le règlement, et cela, avec d'autant plus de pertinence que les mêmes expérimentateurs avaient mis en lumière, dès 1907, l'influence de la section de la galerie d'essai sur la charge limite des explosifs.

On avait observé en effet, à Frameries, que la réduction de la section de la galerie entraînait une chute plus ou moins importante de la charge limite et, de là, on avait conclu que tirer n charges dans une section S revenait à tirer une charge dans une section S .

n

Nos expériences de 1951 ont montré qu'il n'était rien et qu'on pouvait sans risque d'inflammation tirer simultanément trois fois la charge limite dans la section de 2 m².

Si M. Cybulski est arrivé à une conclusion contraire, c'est vraisemblablement parce que les explosifs utilisés en Pologne diffèrent par leur composition des explosifs belges.

Mesure de mouvement des roches au départ d'un coup de mine

par le Dr. K. FISCHER (16)

L'auteur utilise, pour cette recherche, les phénomènes d'induction.

Deux bobines sur noyau de bois sont disposées dans des trous forés de part et d'autre de la charge comme indiqué à la figure 27.

(Sur cette figure, la surface de rupture est indiquée en trait mixte).

(16) Communication n° 6 de la station de Derne-Dortmund.

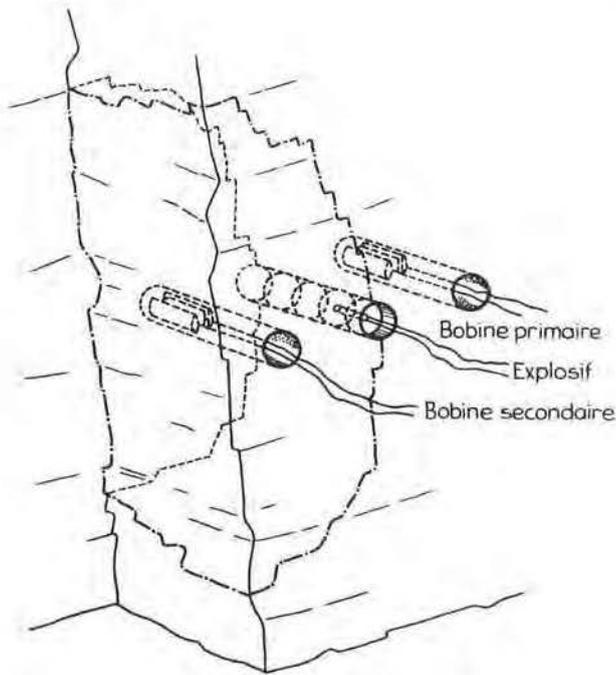


Fig. 27. — Dispositif expérimental.

L'une des bobines (bobine inductrice) reçoit un courant alternatif à 300 ou 500 périodes.

Lors de l'explosion, la seconde est emportée avec les pierres et parcourue par un courant induit enregistré à l'oscillographe.

Par un étalonnage préalable, on déduit, de l'enregistrement et en fonction du temps, la distance qui sépare les deux bobines.

Le graphique figure 28 se rapporte à 5 tirs n^o 1 à 5 : les tirs 1 et 3 ont été effectués dans la carnal-

litte (mine de potasse), les autres en schiste gréseux dans le mur d'une couche de houille.

Le tir n^o 1 était fortement surchargé ; la bobine a été emportée avec une vitesse de 20 m/sec.

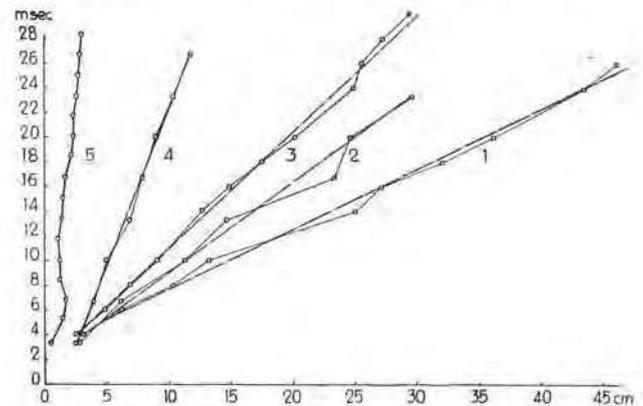


Fig. 28. — Courbes du mouvement des roches dans le temps.

Les tirs n^o 2 et 3 étaient chargés normalement. Le tir n^o 4 avec une vitesse de 5,9 m/sec a juste écarté les débris.

Le tir n^o 5 a crevassé le rocher et écaillé la couche extérieure ; la distance des bobines avait augmenté de 5 cm.

Suivant les courbes 1 à 4, les pierres sont, après 4 millisecondes, déplacées de 5 cm environ, puis ensuite projetées à vitesse constante.

On peut considérer qu'après 4 millisecondes et un déplacement de 5 cm, le travail de décollage est terminé.

A partir de la 4^{me} milliseconde, les gaz n'exercent plus d'effet accélérateur mesurable.

La sécurité du tir à retard en mines grisouteuses

par R. LOISON et D. SEELEMAN (17)

Introduction.

L'introduction est consacrée à des renseignements d'ordre administratif et statistique relatifs au tir à retard dans les mines françaises.

Nous la résumons ci-après brièvement :

1) le tir à retard, utilisé d'abord au rocher, s'est étendu en 1948 aux chantiers au charbon grâce à la mise au point d'explosifs de très grande sécurité (explosifs couche améliorés) ;

2) dans les chantiers au rocher, le tir à retard n'est l'objet d'aucune restriction pour autant que la teneur en grisou reste inférieure à 0,5 % ;

3) dans les chantiers au charbon, le tir à retard est subordonné à l'emploi d'explosifs couche améliorés ;

4) quel que soit le type de chantier, le détonateur doit être placé au fond du trou et l'étalement des retards de la volée doit être inférieur à 5 secondes ;

5) en 1954, sur 25.269.000 coups tirés dans les mines françaises, 55,3 % étaient amorcés de détonateurs instantanés, 39 % de détonateurs à retard ordinaires, 5,7 % de détonateurs à court retard ;

6) le tir à retard n'a pas aggravé les conditions de tir. Au cours des 5 dernières années, deux inflammations de grisou se sont produites lors de tirs à retard, mais dans la même période on en a enregistré également deux avec les détonateurs instan-

(17) Communication n^o 41 du Centre de Recherches et d'Études des Charbonnages de France (Cerchar).

tanés. Par contre, les commencements de feux consécutifs au tir ont été plus nombreux.

Risque d'inflammation présenté par le tir à retard.

Ce risque diffère de ceux résultant du tir instantané pour les raisons suivantes :

1) Le degré de confinement de certaines charges est modifié par la détonation des charges antérieures. Il en est notamment ainsi pour l'épaisseur de rocher qui sépare les cartouches de la surface libre du massif ; dans les cas extrêmes, des cartouches peuvent être mises à nu (dénudation). Il arrive aussi que le bourrage soit arraché (décapitation).

2) Les dernières charges de la volée explosent en présence d'une atmosphère qui n'est plus celle existant avant le tir.

La détonation des premières charges produit des fumées, soulève des poussières et dégage du grisou.

Les fumées refoulent l'atmosphère entourant le massif, se mélangent à elle et la rendent inflammable.

Les auteurs ont mis le fait en évidence en faisant exploser successivement à 1 seconde d'intervalle en galerie expérimentale, puis au rocher, deux charges l'une d'un explosif couche, l'autre d'un explosif roche.

Le second, tiré seul, allume le grisou, mais il n'y a pas inflammation s'il est tiré après l'explosif couche.

Les poussières stériles exercent, comme les fumées, une action protectrice ; il peut en être de même des poussières de charbon lorsque le pourcentage de grisou est élevé (9 %).

Quant au grisou, on peut expliquer son apparition au cours de la volée de façons diverses :

a) la fragmentation du charbon s'accompagne d'un dégagement de gaz provoqué à la fois par la détente et par l'augmentation de sa surface ;

b) la surface libre de la couche est déplacée brusquement de la longueur de la volée, ce qui modifie le régime d'écoulement du gaz à travers la couche en direction de la surface libre ;

c) la détente succédant à l'expansion des fumées fait sortir du grisou qui est accumulé dans les recoins non ventilés ;

d) des soufflards sont ouverts dans le massif.

Les auteurs ont examiné le phénomène global du dégagement de grisou par le tir, dans trois traçages en veines grisouteuses des mines de Lorraine.

Ils ont utilisé à cette fin des dispositifs de prise automatique de gaz. Ceux-ci, disposés à 0,2 m et 1 m du front, effectuaient le prélèvement 0,5 - 1 et 4 secondes après l'explosion des charges.

Quoique les essais fussent peu nombreux, les expérimentateurs en ont déduit les conclusions suivantes :

a) le dégagement de grisou occasionné par le tir est très faible ;

b) il provient suivant les cas du charbon abattu ou de la surface de charbon mise à nu ;

c) le maintien d'un aérage efficace balayant effectivement le front au cours du tir constitue certainement la recommandation la plus utile pour assurer la sécurité du tir à retard.

Etude du risque d'inflammation par le tir à retard.

La méthode mise en œuvre est, en principe, comparable à celle utilisée à l'Institut National des Mines.

Dans une galerie de 2,50 m de hauteur et 2,60 m de largeur creusée dans le calcaire, on tire deux charges de bosseyement décalées dans le temps et disposées de telle sorte que la première entraîne la dénudation ou la projection de la seconde. Les deux charges sont amorcées à l'arrière (amorçage postérieur) et bien bourrées.

Tirées isolément, elles sont incapables d'allumer le grisou.

Lorsqu'on les tire toutes les deux, la première ne peut allumer le grisou ; on observe si la seconde allume ou n'allume pas.

1^{re} série d'essais.

Ces essais ont été effectués avec des détonateurs à long retard, l'explosif étant, soit de la grisoudynamite roche, soit de la dynamite gomme.

Suivant le délai entre les deux explosions, on a enregistré les fréquences d'inflammation suivantes.

Délai	Fréquence d'inflammation	
1 sec	1/7	8/56
4 sec	5/8	21/56
	grisoudynamite	dynamite gomme

2^{me} série d'essais.

Le volume de la chambre à grisou a été maintenu au voisinage de 30 m³.

Les autres conditions d'essais ont été fixées comme suit :

- distance entre les trous 20 cm ;
 - distance entre les trous et la surface dégagée 20 cm ;
 - longueur des trous 100 cm ;
 - charge du premier trou 200 g.
- On a fait varier :
- la charge du second trou ;
 - le schéma de tir ;
 - le délai entre les coups.

Les schémas de tir sont représentés à la figure 20.

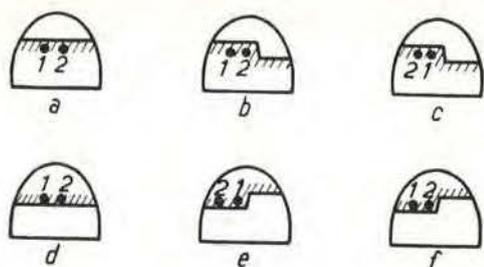


Fig. 29. — Risque d'inflammation par dénudation d'une charge. Schémas de tir.

Les dispositions *b* et *f* sont anormales puisque la première charge est la plus éloignée de la face verticale de dégagement.

Les résultats obtenus sont rassemblés au tableau XXII.

conditions, plus élevée qu'en charge suspendue.

Il est possible également que les fumées et les poussières soulevées par le tir exercent une action inhibitrice sensible. On peut remarquer qu'une charge de 200 g est déjà supérieure à la charge qu'il est nécessaire de mettre en œuvre pour assurer un abattage correct du massif avec le schéma de tir utilisé.

b) Les schémas types *a*, *b*, *c*, c'est-à-dire avec trou en dessous de la surface libre, paraissent un peu moins dangereux que les schémas types *d*, *e*, *f*, avec trou au-dessus de la surface libre. Le schéma *b*, comportant l'inversion des retards, paraît plus dangereux que le schéma normal.

c) L'influence du délai entre les deux coups résulte surtout des séries 18 à 23 ; avec la disposition la plus dangereuse (*b*), aucune inflammation n'a

TABLEAU XXII.

N°	Deuxième charge	Schéma du tir	Délai (sec)	Fréquence d'inflammation
1	200 g	a	0,21	0/2
2			1,0	0/2
3			1,0	0/2
4		b	0,21	0/1
5			1,0	0/2
6			1,0	0/1
7		c	0,7	0/2
8			0,21	0/1
9			1,0	0/2
10	300 g	a	1,0	2/2
11			0,21	2/2
12			1,0	1/2
13		f	0,21	1/1
14			1,0	0/1
15			0,21	2/2
16	400 g	e	0,21	0/1
17			0,21	2/2
18			0,21	0/1
19		a	0,14	0/1
20			0,21	0/3
21			1,0	2/2
22			0,14	0/5
23	b	0,21	3/5	
		1,0	1/2	

Les essais sont encore trop peu nombreux pour qu'on puisse conclure ; on peut toutefois faire les remarques suivantes :

a) Aucune inflammation n'a été observée avec une charge de 200 g même avec un délai d'une seconde, alors qu'une telle charge allume facilement le grisou lorsqu'elle est tirée seule, librement suspendue. Cela tient sans doute au fait que la seconde charge détone dans les pierres projetées ; la charge limite capable d'enflammer le grisou est, dans ces

encore été observée avec le délai de 140 milli-secondes.

Il serait prématuré de comparer ce résultat à celui obtenu par l'Institut National des Mines, étant donné le petit nombre des essais effectués par le Cerchar. Il ne faut pas oublier non plus que le mode d'amorçage est différent (amorçage postérieur au Cerchar ; amorçage antérieur à l'Institut National des Mines).

Etude du risque de raté de transmission.

Lorsque deux trous de mine tirés successivement sont suffisamment rapprochés l'un de l'autre, la détonation de la première charge peut perturber la disposition du deuxième trou et entraîner un raté de transmission.

Pour déterminer les circonstances dans lesquelles un tel incident est susceptible de se produire, les auteurs ont procédé dans une carrière de calcaire aux expériences suivantes.

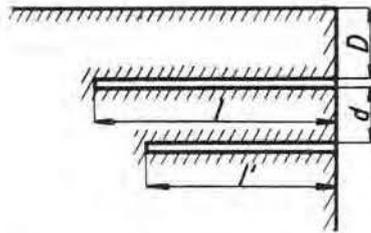


Fig. 30. — Incidents de transmission. Schémas de tir.

On fore dans une banque horizontale (fig. 30) deux trous de mine l et l' parallèles à la surface de dégagement et situés dans un même plan vertical, le trou supérieur à la distance D de la surface et le trou inférieur à la distance d du trou supérieur.

Les deux trous sont chargés de plusieurs cartouches espacées régulièrement de 5 cm. Ces trous sont bourrés et amorcés à l'arrière.

L'intervalle entre les cartouches est tel que la détonation se transmet à toute la charge lorsqu'elle est tirée isolément.

Le trou supérieur est tiré au temps 0 et le trou inférieur au temps t .

La charge du trou supérieur détone toujours complètement. Par contre, si la distance d est assez fai-

ble, la charge du trou inférieur ne détone pas complètement, la cartouche amorce située dans le fond du trou et quelques-unes des cartouches détonent, mais les autres sont retrouvées dans le trou de mine, plus ou moins aplaties et comprimées.

Après le tir, le massif présente l'allure générale indiquée à la figure 31.

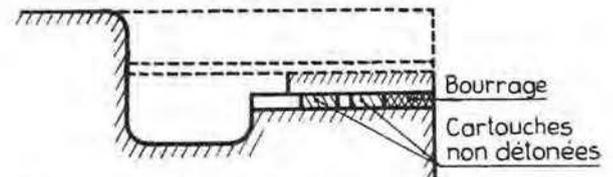


Fig. 31. — Incidents de transmission. Coupe verticale du massif après un tir.

Dans le tir représenté par cette figure, les deux trous avaient la même longueur et la même charge.

La fraction de la deuxième charge qui a détoné a travaillé normalement ; il subsiste par contre une « lunette » au-dessus de la fraction non détonée.

On a fait varier systématiquement la nature de l'explosif, le diamètre des cartouches, les distances D et d , les longueurs l et l' , le délai t entre les deux explosions. Le tableau XXIII indique pour chaque série d'essais, la fréquence f des détonations incomplètes (nombre de détonations incomplètes sur le nombre d'essais).

Le facteur principal est certainement la distance d entre les deux trous ; la distance limite au-dessus de laquelle l'incident ne se produit plus est comprise entre 20 et 40 cm.

On constate que la détonation incomplète se produit encore lorsque le délai entre les coups n'est que de 15 millisecondes ; elle n'est donc pas impossible avec des tirs à détonateurs instantanés.

TABLEAU XXIII.

Diamètre des cartouches	Longueur des trous en m	D en cm	d en cm	f pour		
				t = 15 ms	t = 35 ms	t = 1 sec
<i>Explosif grisouchloruré 16</i>						
25	$l = l' = 1,50$	10	10	2/2	3/3	5/3 1/1
	»	»	20		2/3	
	»	»	40		0/3	
	»	40	10		2/3	
	»	»	20			
	$l = 1,00$ $l' = 1,50$	10	20		1/2	
	$l = 1,50$ $l' = 1,00$	10	20		1/2	
30	$l = l' = 1,50$	10	20		4/4	
<i>Grisoudynamite chlorurée 15</i>						
50	$l = l' = 1,50$	10	20		1/3	

Diverses hypothèses ont été formulées pour expliquer les ratés de détonation.

Dans le cas de distances d petites et de distances D très importantes, il se peut que la première charge crée une poche qui atteint et déplace les cartouches de la seconde charge.

Dans les autres cas, on peut supposer que le deuxième trou a été légèrement déformé de telle sorte que les cartouches ne sont plus dans le prolongement l'une de l'autre.

Il est vraisemblable que le durcissement observé sur les cartouches de la deuxième charge résulte de l'expansion des fumées produites par la détonation des premières cartouches de cette charge.

Enfin, la fissuration produite par la première charge réduit l'aptitude à la détonation de la deuxième charge. On sait en effet que cette aptitude dépend beaucoup de la cohésion du massif.

Conclusion.

Le risque de dénudation ou de projection d'une cartouche au cours du tir peut être réduit par un choix judicieux du schéma de tir, mais il ne peut certainement pas être totalement évité.

L'emploi de détonateurs à court retard diminue sans aucun doute le risque d'inflammation du grisou. Les essais effectués jusqu'ici semblent montrer que la valeur limite de l'échelonnement des retards en dessous de laquelle le risque devient négligeable est supérieure à la valeur indiquée par l'Institut National des Mines (70 ms), mais cette conclusion n'est pas encore assurée.

L'incident le plus fréquent avec le tir à temps demeure le raté de transmission susceptible de dégénérer en déflagration : c'est sur lui qu'il convient de porter le maximum d'attention en exigeant, des explosifs, une bonne sensibilité à la transmission de la détonation et en recourant aux artifices susceptibles d'accroître l'aptitude à la transmission, tels que des gaines de chargement.

INFLAMMATION DES POUSSIÈRES

Inflammation des poussières par les explosifs agréés

par M. GRIMSHAW (18)

Introduction.

Les inflammations survenues en ces quarante dernières années en Angleterre à la suite de tirs de mines eurent comme origine première le grisou. Ces inflammations ont été aggravées, il est vrai, par les poussières, mais celles-ci n'ont jamais été allumées directement par les explosifs.

Cette constatation s'explique par la nature des explosifs employés et aussi par le fait que les détonateurs instantanés sont les seuls autorisés dans les mines grisouteuses (le tir à retard ne peut être utilisé que dans les galeries au rocher).

Mais on envisage maintenant l'emploi de détonateurs à court retard et l'on peut craindre alors que des charges explosent dans des poussières soulevées par des explosions antérieures, condition évidemment favorable à l'inflammation.

L'auteur a été amené ainsi à vérifier le comportement des explosifs agréés, en présence de nuages poussiéreux préformés.

Retard à la formation d'un nuage poussiéreux inflammable.

Cette recherche préliminaire devait avoir pour objet de déterminer le mode opératoire optimum de formation du nuage.

L'auteur a utilisé la photographie par éclairs électroniques, ceux-ci se produisant à des temps variables de 30, 50, 80, 100 et 150 millisecondes, après le soulèvement des poussières.

Celles-ci étaient, soit disposées en couche à proximité d'un mortier renfermant une petite charge d'explosif, soit mises dans un sac de papier renfermant en plus un détonateur instantané.

De ces expériences, l'auteur conclut que, quand un sac de poussières est dispersé par un détonateur, il se forme au bout d'une demi-seconde un nuage assez uniforme et inflammable qui remplit complètement la section de la galerie de 1,50 m de diamètre.

Il s'est arrêté finalement aux dispositions suivantes.

Lors des tirs au mortier, les sacs sont suspendus à 0,75 m et à 2,25 m du fond de la galerie et donnent un nuage de 3 m de longueur.

Pour les tirs de charges explosant librement, les sacs sont suspendus à 0,75 m et de chaque côté au

(18) Communication n° 17 du Safety in Mines Research Establishment Sheffield (Angleterre).

centre de la charge; ils renferment un détonateur explosant 1/2 seconde avant la charge.

Chaque sac contient 567 g de poussières à 36 % de matières volatiles traversant, à raison de 85 %, le tamis 240 B.B.S. (mailles de 66 microns).

La concentration en poussières est de 200 g/m³ pour un sac et de 400 g/m³ pour deux sacs.

On répand en outre 2,27 kg de poussières sur le sol de la galerie.

Lorsqu'il y a inflammation par une charge d'explosif, la flamme parcourt toute la longueur de la galerie, soit 15 m.

Risque d'inflammation par le tir à retard.

Le tir à retard peut produire la décapitation (cut off) avec les conséquences suivantes :

- a) explosion d'une charge sans bourrage ;
- b) explosion du détonateur ou de cartouches à l'air libre ;

c) explosion de la charge dans un angle.

Seules les deux premières ont été prises en considération.

Les explosifs ont donc été essayés aux mortiers sans bourrage avec l'amorçage postérieur et en charges suspendues dans l'axe de la galerie.

(Signalons que les détonateurs n^o 3 de la série de 25 millisecondes ont été tirés en nuage poussiéreux et qu'ils ont allumé 6 fois sur 12 essais. Les explosions ont été très faibles et la flamme ne s'est pas propagée au delà du nuage.

A remarquer que les mêmes détonateurs, tirés en mélange grisouteux à 9 % de méthane, allument à tout coup).

Explosifs essayés.

Les compositions sont indiquées aux tableaux XXIV et XXV.

TABLEAU XXIV.

Explosifs non gainés et explosifs gainés.

Composition	L	G	N	W
Nitroglycérine et nitroglycol	10	27	—	59.5
Nitrocellulose	—	0,7	—	2
Trinitrotoluène	—	1,8	15	—
Nitrate d'ammonium	71	40,5	69	20
Farine de bois	8,5	3,5	—	1
Sulfate de baryum	—	—	—	0,5
Carbonate de calcium	—	—	—	0,5
Phosphate diammonique	—	—	—	0,5
Kaolin	0,5	2,5	—	—
Chlorure de sodium	10	24	16	27
Vitesse de détonation m/sec (diamètre 31,5 mm)	2500	2400	3450	6100

TABLEAU XXV.

Explosif Eq. S

Composition	Eq. S. L ₁	Eq. S. L ₂	Eq. S. G	Eq. S. N ₁	Eq. S. N ₂
Nitroglycérine et nitroglycol	8	9	27	—	—
Nitrocellulose	—	—	1	—	—
Trinitrotoluène	—	—	1	11,5	10
Nitrate d'ammonium	55,5	52	51	51	52
Farine de bois	7	9	1,5	—	2
Sulfate de baryum	—	—	4,5	—	—
Phosphate diammonique	0,5	—	0,5	—	—
Kaolin	—	—	4,5	—	—
Chlorure de sodium	20	30	29	37,5	36
Vitesse de détonation m/sec (diamètre 31,5 mm)	1680	1510	1940	3350	2800

Les explosifs L, G et N appartiennent aux types agréés jusqu'en 1949. La matière gainante est du bicarbonate de soude et son poids représente 30 % environ de celui du noyau.

Les explosifs Eq. S (Equivalent sheated explosives) ne sont pas gainés, mais ils renferment des quantités importantes de chlorure sodique qui leur permettent de satisfaire aux épreuves appliquées aux explosifs gainés.

Actuellement, 93,5 % des explosifs utilisés en Angleterre pour l'abattage du charbon sont des explosifs gainés ou Eq. S.

On a caractérisé la sécurité relative de ces formules par leur « charge limite », c'est-à-dire la charge la plus forte pouvant être tirée cinq fois de suite sans produire l'inflammation.

On a procédé d'abord de deux façons, désignées par A et C, soit :

A, en tirant alternativement des charges gainées et non gainées ;

C, en tirant les mêmes séparément et en suite continue.

Les tirs au mortier ont été effectués avec l'amorçage postérieur. Celui-ci conduit aux charges limites les plus faibles.

Les résultats obtenus avec les explosifs L et N au mortier sont indiqués au tableau XXVI en fréquence d'inflammation.

TABLEAU XXVI.
Explosifs L et N (mortier).

Explosif Poids en g	Mode opératoire		
	A		C
	gainé	non gainé	non gainé
L 794	2/5		
L 595	0/5	5/5	1/2
L 425		1/1	1/5
L 340		—	0/5
L 170		1/1	
L 127		0/5	
N 595	1/5		0/5
N 510	0/5	5/5	
N 170		0/5	

En fait, dans la pratique, on ne tire jamais qu'une fois dans le même trou et, pour cette raison, la plupart des expériences ont été faites suivant le mode opératoire C.

Le tableau XXVII donne les charges limites d'explosifs non gainés, gainés et Eq. S avec des concentrations en poussières de 200 et 400 g/m³.

Pour les tirs au mortier, la charge limite ne varie guère avec la concentration de poussières ; mais pour le tir de charges suspendues, elle diminue quand la concentration augmente.

TABLEAU XXVII.
Charges limites en g d'explosifs.

Explosif	Concentration en poussières			
	200 g/m ³		400 g/m ³	
	Mortier	Charges suspendues	Mortier	Charges suspendues
L non gainés	340	340	455	170
G	425	425	425	170
N	567	227	567	170
L gainés	595-595-255	680	255	595
G	425-255-255	—	255	255
N	425-595	170	510	170
Eq. S L ₁	≥ 794	≥ 794	≥ 794	≥ 794
L ₂	»	»	»	»
G	»	227	680	170
N ₁	»	340	≥ 794	340
N ₂	»	680	ù	340

On voit que la charge limite dépend de l'ordre de succession des tirs.

On pouvait supposer que cette influence avait pour origine certaines substances restées dans le mortier mais, étant donné les soins apportés au curage du fourneau, cette explication n'était pas à retenir.

Dans toutes les conditions de tir, les explosifs Eq. S, à une exception près, se sont révélés aussi sûrs et parfois plus sûrs que les explosifs gainés correspondants.

Seul, l'explosif Eq. S. G a, dans le nuage de 400 g/m³, une charge limite plus faible que l'explosif gainé G.

Si pour les mêmes explosifs, on compare les charges limites en poussières avec celles en grisou, on constate que le risque d'inflammation, à deux exceptions près, est plus grand avec les mélanges grisouteux qu'avec les mélanges poussiéreux.

La densité et la vitesse de détonation semblent avoir une influence marquée pour les explosifs gagnés et Eq. S lors du tir en nuage poussiéreux. L'explosif gagné N, à grande vitesse de détonation (5450 m/sec), a une charge limite très faible (540 g seulement).

Il en est de même pour l'explosif W dont la vitesse est de 6100 m/sec. En charge suspendue, la charge limite de cet explosif est de 128 g seulement.

Conclusions.

a) L'essai le plus sévère consiste à tirer la charge suspendue dans un nuage à 400 g/cm³. Mais pour les explosifs qui manifestent une tendance à la décomposition incomplète, des tirs au mortier sont également nécessaires.

b) Les explosifs Eq. S sont généralement plus sûrs que les gagnés.

c) Le risque d'inflammation vis-à-vis d'un nuage de poussière de charbon est moindre que vis-à-vis d'un mélange grisouteux (sauf pour deux explosifs gagnés tirés au mortier).

Recherches sur la sécurité de quelques explosifs vis-à-vis des poussières charbonneuses

par le Dr. Ing. W. CYBULSKI (19)

Introduction.

Des recherches antérieures ont eu pour objet d'étudier le risque d'inflammation, par les explosifs, de nuages poussiéreux tels qu'il s'en forme lorsqu'on utilise des détonateurs à retard.

sec), 10 % de cendres et 5,8 % d'humidité ; elle traversait entièrement le tamis à mailles de 1 mm et à raison de 85 %, celui à mailles de 75 microns.

La composition des explosifs est indiquée au tableau XXVIII.

TABLEAU XXVIII.

	Explosif				
	A ₂	M ₂₅	K ₁₅	K ₁₀	K ₁₀
Nitrate ammonique	84.5	65	72	77.5	75.5
Nitroglycérine		4	4	4	4
Trotyl	11.8	3.5	4	3.5	5.5
Dinitrotoluène	2	1	2	1.5	1.5
Farine de bois	1.5	3.5	3	3.5	3.5
Oxyde ferrique	0.2				
Chlorure sodique		25	15	10	10

Bien qu'en principe on ne fasse pas de tir à temps en présence des gisements de poussières dangereuses, l'auteur a comparé les risques d'inflammation des poussières, déposées devant les charges et des poussières mises en suspension avant le tir.

Les essais ont été effectués avec des modes divers de confinement (mortier, blocs rainurés etc.).

Poussières et explosifs utilisés.

La poussière provenait de la couche Barbara à 41 % de matières volatiles (sur charbon pur et

La formule A₂ est un explosif roche.

La formule M₂₅ est un explosif antigrisouteux employé dans les couches grisouteuses, tandis que les trois autres sont des explosifs antipoussiéreux employés dans les couches non-grisouteuses.

Le diamètre des cartouches était de 52 mm.

Mode d'essai.

Les charges ont été tirées de façons diverses comme indiqué aux schémas de la figure 52.

— une charge dans un mortier unique (1 a) ;

— deux charges dans deux mortiers opposés (1 b) ;

— une charge dans un mortier tourné vers un obstacle (1 d) ;

(19) Communication n° 33 de la mine expérimentale Barbara à Mikolow (Pologne).

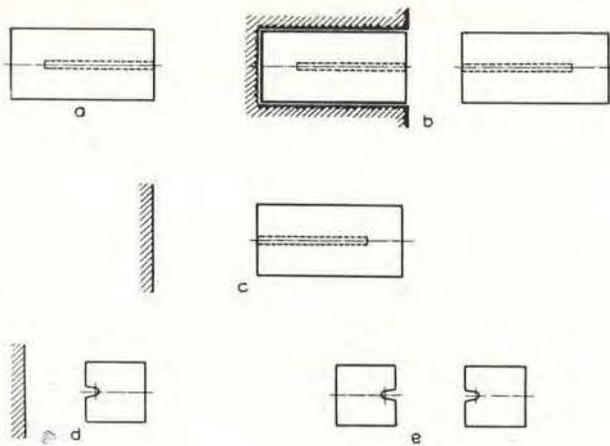


Fig. 32.

— deux charges dans deux blocs rainurés tournés l'un vers l'autre (1 e).

La poussière était, soit déposée près des charges comme indiqué aux schémas de la figure 33, soit soulevée une demi-seconde avant l'explosion de la charge.

Dans le second cas, on mettait 5 kg de poussières dans un sac de papier avec une petite charge d'explosif antigrisouteux (7 g) amorcée d'un détonateur instantané.

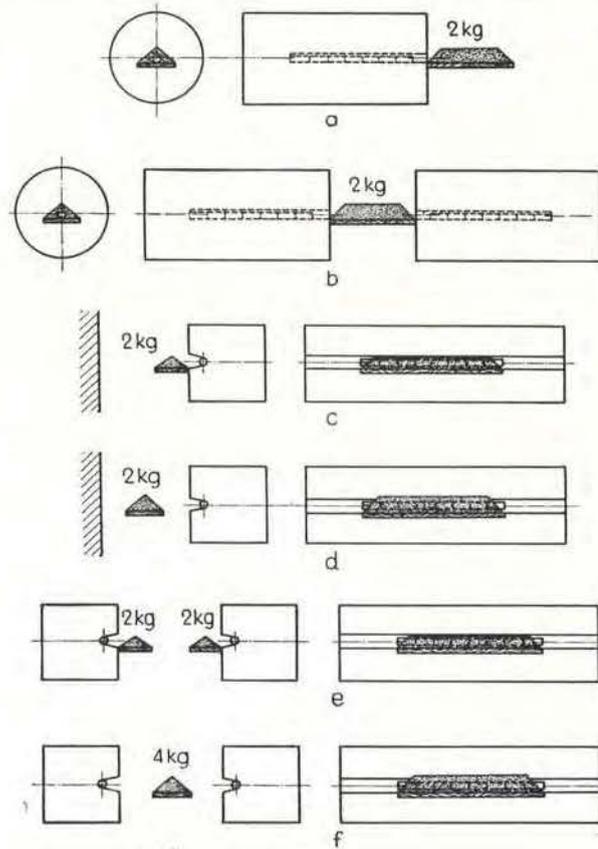


Fig. 33.

TABLEAU XXIX.

	N	Explosif									
		A ₂		M ₂₅		K ₁₅		K ₁₀		K ₁₀ A	
		n	d	n	d	n	d	n	d	n	d
un mortier	N	20	20	50		20		40		20	
	CL	100	100	900		1100		500		500	
	C 0,01							523		366	
	C 0,05							600		563	
un mortier avec paroi de choc	N	20	20			50	50	20	20	20	20
	CL	25	25			300	400	200	200	300	400
	C 0,01	5				194	430			227	400
	C 0,05	7	12			322	560	286	541	300	460
deux mortiers opposés	N			20	20	50	50				
	CL			2 × 400	2 × 300	2 × 100	2 × 100				
	C 0,01			2 × 499	2 × 233	2 × 100	2 × 169				
	C 0,05			2 × 508	2 × 380	2 × 200	2 × 266				
un bloc rainuré	N	50	50			50	50				
	CL	< 100	100			100	1000				
	C 0,01					240					
	C 0,05					365					
deux blocs rainurés	N					100	50				
	CL					2 × 100	2 × 600				
	C 0,01					2 × 45	2 × 600				
	C 0,05					2 × 207	2 × 900				

Les dispositions des schémas *a b c* ont été utilisées dans une galerie cylindrique, celles des schémas *d e f* dans une galerie rectangulaire (il s'agit des galeries mentionnées à la communication n° 54 du même auteur parue dans les A.M.B. de novembre 1957).

On a déterminé la fréquence d'inflammation pour des charges décroissantes et obtenu finalement la charge limite (CL), c'est-à-dire celle ne produisant pas l'inflammation au cours d'essais répétés.

Les résultats ont été soumis à l'analyse statistique ; on a calculé par cette méthode les charges donnant l'inflammation avec les probabilités de 0,01 et 0,05.

Résultats.

Ils sont reportés en abrégé au tableau XXIX.

Pour chaque explosif et pour les mêmes conditions de chargement, ce tableau donne :

— le nombre *N* de tirs consécutifs n'ayant pas allumé à la charge limite (CL) exprimée en grammes ;

— les charges en grammes *C* 0,01 et *C* 0,05 allumant avec les probabilités 0,01 et 0,05.

n = poussières en nuage préformé

d = poussières déposées.

Conclusions.

1) Les méthodes spéciales de tir examinées par l'auteur conduisent, pour les explosifs antigrisouteux et antipoussiéreux, à des charges limites bien inférieures à celles données par le tir en mortier unique.

2) A probabilités égales d'inflammation, les charges sont dans la plupart des cas plus élevées pour les poussières déposées que pour les poussières préalablement soulevées.

Il y a exception pour l'explosif *M*₂₅ dans le tir en deux mortiers opposés ; il est donc à supposer que les gaz de détonation de cet explosif antigrisouteux conservent un certain temps leur aptitude à allumer les nuages poussiéreux.

3) Dans certains cas, il n'y a pas grande différence entre le tir en présence de poussières déposées et le tir devant un nuage préformé.

L'auteur en arrive à cette conclusion qu'il faut chercher à utiliser des explosifs d'un haut degré de sûreté à l'égard des poussières de charbon.