

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) (*)

INFLAMMATION DES POUSSIÈRES ET MESURES PREVENTIVES

Risque d'explosion résultant des dépôts localisés de poussières

par S. K. SHAW et D. W. WOODHEAD (24)

Les poussières charbonneuses ne se déposent pas seulement en couches continues; elles peuvent aussi en certains points de la mine former des accumulations plus ou moins importantes alternant avec des zones neutralisées.

Le charbon se trouvant sur les convoyeurs et autres engins de transport, celui s'accumulant aux points de transfert et de chargement, près des rouleaux des courroies, celui répandu lors du déraillement ou du renversement des berlines constituent autant de dépôts qu'il est difficile de neutraliser correctement par des additions de poussières stériles.

Les auteurs ont étudié l'intervention de ces dépôts dans la propagation des explosions.

Les expériences ont été effectuées dans la galerie d'acier de Buxton (diamètre 1,22 m, longueur 100 m) et avec des poussières à 36,5 % de matières volatiles (eau et cendres déduites) passant, à raison de 85 %, le tamis à mailles de 66 microns.

On amorçait l'explosion à l'aide d'un inflammateur placé à 4,5 m du fond de la galerie.

Celui-ci consiste en un cylindre d'acier ouvert d'un côté et fermé de l'autre, par un cône également en acier. Cet engin renferme des poussières charbonneuses et une charge d'allumage de poudre noire; il donne, suivant le format utilisé, une flamme de 24 ou 28 m de longueur.

On repérait l'extension de la flamme dans la galerie, par des touffes de coton nitré.

Chaque essai était répété cinq fois.

On considérait qu'il y avait :

- propagation quand la flamme se développait jusqu'à l'orifice de la galerie;
- non propagation quand la flamme ne dépassait pas 61 m ;
- propagation partielle quand elle s'arrêtait entre 61 et 100 m.

Les auteurs ont expérimenté les cas extrêmes suivants :

- Poussières mises en tas.
- Couches uniformes de poussières alternant avec des zones neutres (sans poussières).
- Bandes juxtaposées de poussières charbonneuses et de poussières stériles.

(*) Voir « Annales des Mines », octobre-novembre 1957, janvier-février 1958.

(24) Communication n° 12 du « Safety in Mines Research Establishment », Sheffield (Grande-Bretagne).

Résultats des essais.

Poussières mises en tas.

Les poussières sont mises en tas de poids égal, régulièrement espacés à partir de 16,5 m du fond de la galerie.

Des essais préliminaires montrèrent que l'explosion allumée par le petit inflammateur parcourait toute la galerie alors que les tas de 3,63 kg se suivaient à 15 m l'un de l'autre.

De là, on pouvait déjà conclure que les dépôts qui se forment à l'aplomb des rouleaux d'un convoyeur à bande favorisent l'extension d'une explosion relativement faible.

Le tableau XXXVII donne les résultats de toute une série d'essais effectués avec l'inflammateur de petit format dans des conditions variables de concentration.

Dans la troisième colonne, figure la concentration kg/m^3 qu'on obtiendrait si le dépôt de poussières était régulièrement réparti sur toute la longueur de la galerie.

Avec des tas de 1,83 m, l'intervalle le plus long franchi par la flamme a été de 15,2 m quelle que soit la concentration. Cet intervalle a été de 22,90 m pour les tas de 122 cm aux concentrations de 0,4 et 0,5 kg/m^3 .

Aux faibles concentrations de 0,1 et 0,2 kg/m^3 , les tas de 61 cm ont donné une distance de franchissement atteignant 7,60 m.

A remarquer que la concentration de 0,1 kg/cm^3 est très voisine du poids minimum assurant la propagation de la flamme dans un dépôt continu, soit 75 g/m^3 .

TABLEAU XXXVII.

Poussières en tas

Tas			Concentration en kg/m^3	Fréquence de propagation
Poids (kg)	Longueur (m)	Distance d'axe en axe (m)		
0,907	0,61	7,6	0,1	5/5
1,81	0,61	15,2	»	0/5
1,81	1,22	15,2	»	2/5
1,81	1,83	15,2	»	1/5
2,72	1,22	22,9	»	0/5
2,72	1,83	22,9	»	0/5
1,81	0,61	7,26	0,2	2/5
3,63	0,61	15,2	»	0/5
3,63	1,22	15,2	»	1/5
3,63	1,83	15,2	»	1/5
5,44	1,22	22,9	»	0/5
5,44	1,83	22,9	»	0/5
5,44	0,61	15,2	0,3	1/5
5,44	1,22	15,2	»	1/5
5,44	1,83	15,2	»	1/5
8,16	0,61	22,9	»	0/5
8,16	1,22	22,9	»	0/5
8,61	1,83	22,9	»	0/5
7,26	0,61	15,2	0,4	5/5
7,26	1,22	15,2	»	2/5
7,26	1,83	15,2	»	2/5
10,9	0,61	22,9	»	0/5
10,9	1,22	22,9	»	2/5
10,9	1,83	22,9	»	0/5
14,5	1,22	30,5	»	0/5
13,61	0,61	22,9	0,5	1/5
13,61	1,22	22,9	»	2/5
13,61	1,83	22,9	»	0/5
18,14	0,61	30,5	»	0/5
18,14	1,22	30,5	»	0/5

Poussières en couches uniformes.

Les poussières sont mises non plus en tas mais en couches d'épaisseur uniforme séparées par des zones neutres.

On déclenche l'explosion soit par un inflammateur de petit modèle (680 g de poudre noire et 1,7 kg de poussières), soit par un inflammateur de grand modèle (1,36 kg de poudre noire et 4,08 kg de poussières).

L'inflammateur se trouve à 4,50 m du fond de la galerie et la première zone de poussière commence à 4,50 m de l'inflammateur.

Les résultats sont indiqués au tableau XXXVIII.

La concentration figurant à la quatrième colonne est celle qu'on obtiendrait si la poussière était répar-

tie uniformément sur toute la longueur de la galerie. Les groupes d'essais marqués d'un astérisque sont ceux pour lesquels, en plus des propagations totales, il y a eu des propagations partielles (flamme se développant sur plus de 61 m mais n'atteignant pas l'orifice de la galerie).

Avec l'inflammateur petit format, la flamme a franchi :

avec la concentration	0,075 kg/m ³	15,2 m
»	» 0,10 »	22,9 m
»	» 0,20 »	30,5 m

On voit aussi que les intervalles neutres franchis par la flamme sont d'autant plus longs que la concentration est plus élevée et que les zones empoussiérées sont plus longues.

TABLEAU XXXVIII.

Poussières en couches uniformes avec zones neutres

Couches			Concentration kg/m ³	Fréquence de propagation
Poids kg	Longueur m	Espacement m		
<i>Inflammateur de petit format</i>				
0,9	7,6	7,6	0,05	0/5
1,36	7,6	7,6	0,075	1/5 *
2,0	7,6	15,2	»	1/5
2,7	7,6	22,9	»	0/5
2,7	7,6	15,2	0,1	1/5 *
3,63	7,6	22,9	»	0/5
3,63	15,2	15,2	»	3/5
3,63	15,2	22,9	»	1/5
5,44	15,2	30,5	»	0/5
5,44	22,9	22,9	»	1/5 *
5,44	22,9	30,5	»	0/5
5,44	7,6	15,2	0,2	5/5
7,26	7,6	22,9	»	1/5
7,26	7,6	30,5	»	0/5
7,26	15,2	15,2	»	5/5
7,26	15,2	22,9	»	2/5
10,9	15,2	30,5	»	0/5
10,9	22,9	22,9	»	5/5
10,9	22,9	30,5	»	3/5
10,9	22,9	38,1	»	0/5 *
8,16	7,6	15,2	0,3	5/5
10,9	7,6	22,9	»	1/5
10,9	7,6	30,5	»	0/5
<i>Inflammateur de grand format</i>				
0,9	7,6	7,6	0,05	0/5
1,36	7,6	7,6	0,075	0/5 *
2,72	7,6	15,2	0,1	3/5
3,63	7,6	22,9	»	3/5
3,63	7,6	30,5	»	0/5
7,26	7,6	30,5	0,2	2/5
7,26	7,6	38,1	»	0/5

Quand on compare les résultats obtenus avec les zones de 7,6 m de longueur et les deux inflammateurs, on constate que le premier, le moins puissant, enflamme facilement les dépôts de faible concentration, alors que le second, le plus violent, est particulièrement apte à allumer les dépôts de 0,1 kg/m³ et plus.

On peut expliquer cette différence de la manière suivante.

Quand la concentration en poussières ne dépasse guère la limite inférieure d'inflammabilité, la flamme qui se déplace lentement (source faible d'inflammation) laisse aux poussières suffisamment de temps pour traverser les intervalles neutres. Avec l'inflammateur grand format, la flamme plus rapide consume les poussières avant qu'elles n'aient franchi les intervalles neutres.

Taffanel a donné jadis (1912) une explication analogue à propos de cette constatation, que la recrudescence d'une explosion après une zone neutre était plus grande lorsque cette explosion atteignait une zone de poussières grossières et abondantes. Ces poussières étaient, pensait-il, d'un soulèvement plus difficile par le souffle et subsistaient en quantité plus importante jusqu'au moment de l'arrivée de la flamme.

Bandes longitudinales et juxtaposées de charbon et de stérile.

Cette situation rappelle quelque peu celle d'une voie avec courroie transporteuse; les poussières de charbon sont étalées et par conséquent facilement dispersibles.

A la suite de l'explosion d'Easington (1951), on avait déjà fait, dans la galerie de 1,22 m de diamètre, quelques expériences dans les conditions suivantes :

Au centre de la galerie, il y avait une courroie de 53 × 0,30 m couverte de charbon fin et, de part et d'autre de la courroie, deux bandes de stérile.

Les concentrations étant en charbon 50, puis 75 g/m³ sur 15 m, en stérile 1 kg/m³ (sur 15 m), on obtint, avec l'inflammateur petit format, la propagation de l'explosion sur toute la longueur de la galerie,

2 fois sur 4 avec la concentration de 50 g/m³

3 fois sur 5 avec la concentration de 75 g/m³.

On a repris ces expériences, mais sans courroie transporteuse, les deux bandes de poussières (charbon et stérile) étant étalées l'une à côté de l'autre sur toute la longueur de la galerie (100 m).

Le stérile était du calcaire. Deux types ont été utilisés : l'un était normal, l'autre avait été traité avec une forte proportion d'acide gras, celui-ci diminuant la cohésion interne de la matière et augmentant par conséquent sa dispersibilité.

Les observations sont consignées au tableau XXXIX.

TABLEAU XXXIX.

Concentration (en kg/m ³)		Pourcentage de calcaire	Résultats en fréquence de propagation	
charbon	calcaire		Inflammateur petit modèle	Inflammateur grand modèle
<i>Calcaire normal</i>				
0,1	0,2	67	1/5 *	0/5 *
	0,3	75	0/5 *	0/5 *
	0,4	80	0/5	0/5 *
0,15	0,45	75	1/5	2/5
	0,6	80	1/5	1/5 *
	1,35	90	1/5 *	0/5 *
0,2	0,8	80	3/5 *	2/5 *
	1,8	90	0/5 *	2/5 *
	3,8	95	0/5 *	1/5 *
<i>Calcaire traité (très dispersible)</i>				
0,2	0,8	80	1/5 *	4/5 *
	1,8	90	1/5	4/5 *
	3,8	95	0/5	0/5 *

Les séries marquées d'un astérisque sont celles pour lesquelles il y a eu des propagations partielles.

Avec la concentration en charbon la plus faible (0,1 kg/m³), la flamme ne s'est propagée qu'une fois.

La fréquence de propagation augmente avec la teneur en charbon et cela malgré le pourcentage élevé de stérile (90 et 95 %), nettement supérieur à la quantité prescrite en Angleterre pour la neutralisation des voies (75 %).

Bien que le nombre de propagations diminue avec l'accroissement du pourcentage de stérile, il y a des raisons de croire que même une quantité illimitée de stérile n'assurerait pas une protection complète contre le risque d'explosion provenant du charbon sec déposé sur une courroie transporteuse.

Discussion des résultats.

Il n'est pas nécessaire que les dépôts de poussières soient continus pour constituer un grave danger d'explosion.

S'il y a une couche de poussières charbonneuses étalée le long d'une voie, sur la sole, ou sur une bande transporteuse, la probabilité que le stérile arrête l'explosion est très faible.

Dans les mines, il y a des dépôts de tous genres : du charbon sur les courroies, des mélanges de charbon et stérile dans les voies, mais il n'y a guère de chance d'avoir sur la sole un mélange intime de poussières charbonneuses et de poussières stériles. Dans ces conditions, il est difficile d'arrêter une explosion; 95 % de stérile ne suffisent pas.

Schultze-Rohnhof (1952) pense que le stérile déposé sur la sole n'est en somme qu'une précaution supplémentaire n'ayant d'utilité que dans les mines où il ne se précipite pratiquement pas de poussière.

Shaw et Woodhead voient dans leurs expériences la confirmation d'idées ou suggestions émises antérieurement par certains spécialistes.

En 1947, Jones et Tideswell, mettant l'accent sur la nécessité d'entreprendre l'étude de nouvelles méthodes de neutralisation, suggéraient de mettre le stérile sur des planches pour faciliter sa dispersion.

Plus tard (1954), Tideswell préconisait de protéger les voies à convoyeurs par un système continu de planches longitudinales placées au toit ou par des arrêts barrages à sacs disposés longitudinalement au-dessus du convoyeur.

Des dispositions semblables ont été proposées à la même époque par Bryan.

En résumé, les voies de transport doivent être protégées par des arrêts barrages à titre de précaution supplémentaire à celle que constitue la neutralisation généralisée.

Les auteurs estiment que les développements futurs des techniques minières doivent être dirigés vers des méthodes d'extraction réduisant au minimum la production de poussières et vers des moyens de transport conçus dans le sens de la réduction des dépôts poussiéreux.

Recherches sur les explosions de poussières effectuées au cours des années 1954-1955 par le Bureau des Mines

par I. HARTMANN, J. NAGY, J. RAUSCHENBERGER et D. W. MITCHELL (25)

Cette communication relate les constatations que les auteurs ont faites au cours d'une longue série d'expériences effectuées dans la galerie principale de la mine expérimentale de Bruceton. (Cette galerie a 400 m environ de longueur, 2,7 à 3,0 m de largeur, 3,1 m de hauteur).

Cinq questions bien distinctes ont été étudiées.

I. Stockage souterrain des havrits.

Il est d'usage d'abandonner dans les chantiers les havrits inutilisables; par contre, la loi fédérale de 1952 interdit les dépôts de poussières dangereuses dans les travaux souterrains.

Il importait donc de voir dans quelle mesure les amas de havrits augmentent le risque d'explosion et de déterminer les moyens propres à réduire ce risque.

1) Dépôts de havrits près du front d'abattage.

La neutralisation étant habituellement arrêtée à 12 m du front, il existe sur cette distance des déchets de havage qui ne sont l'objet d'aucune mesure préventive.

On a procédé à des essais d'explosion en utilisant :

- a) des havrits de la même composition granulométrique que ceux produits par les machines de havage;
- b) du charbon de Pittsburgh à 37 % de matières volatiles et de finesse telle que 80 % traversaient le tamis n° 200 (74 microns de diamètre);
- c) du calcaire broyé à la même finesse que le charbon;
- d) comme moyen d'amorçage :
Amorçage A - 1,8 kg de poudre noire tirée dans un mortier d'acier avec bourrage d'argile de 1,35 kg;

(25) Communication n° 21 du « Bureau of Mines Pittsburgh », Etats-Unis.

Amorçage 5-25 - 37 m³ d'un mélange inflammable d'air et de gaz naturel.

Sur les 15 m à partir du front, il y avait :

- ou du charbon (1,5 kg par mètre de galerie),
- ou des havrits en couche de 76 mm d'épaisseur.

Ces expériences ont montré que la présence de havrits à proximité même du front n'augmentait pas la gravité des explosions.

2) Dépôts de havrits en des points éloignés du front.

On a d'abord recherché le taux de neutralisation capable de limiter à 170 m le développement de la flamme allumée dans un mélange de poussières charbonneuses et de calcaire fin.

Le mélange était déposé à raison de 1,5 kg/m sur la sole de la galerie, sur des planches latérales et sur des planches transversales.

L'inflammation était provoquée soit :

- a) par l'amorçage C modifié comportant 37 m³ de mélange gazeux et 45 kg de charbon fin déposé sur 45 m;
- b) par l'amorçage B comportant :
60,3 kg de charbon fin (80 % traversant les mailles de 0,074 mm);
19 kg de charbon mine-size (20 % traversant les mailles de 0,074 mm),
et comme mode d'allumage une charge de poudre noire tirée au mortier.

L'amorçage B est le plus efficace; il a été utilisé pour la plupart des essais.

Le taux limite de calcaire pour arrêter la flamme à 170 m du point d'allumage était de 70 % (le pourcentage de matières incombustibles dans ce mélange est de 73 %).

On a fait ensuite des expériences d'explosion avec des havrits. Ceux-ci étaient le plus souvent déposés sur la sole de la galerie en couche de 76 mm d'épaisseur et sur 45 m de longueur,

- 1) à 40,5 m du front;
- 2) à 85 m du front;
- 3) à 132 m du front.

Les zones sans havrit étaient couvertes de mélange charbon-calcaire à 70 % de calcaire. Parfois aussi une partie de ce mélange se trouvait sur des planches au-dessus des havrits (0,49 kg de mélange par mètre de galerie).

On a expérimenté aussi d'autres modes de répartition des havrits :

- a) dépôt de 91 m de longueur, 76 mm d'épaisseur sur la sole de la galerie et commençant à 78 m du front;
- b) dépôt de 380 mm d'épaisseur et 610 mm de largeur le long des parois;
- c) sur la sole et recouverts de calcaire (28 kg/m²);
- d) le long des parois et recouverts de calcaire (21 kg/m²);
- e) tas coniques de 225 kg (hauteur 200 à 560 mm).

Enfin, pour certains essais, les havrits étaient consolidés par un mélange humide de sable et de ciment.

Les essais ont montré que les couches de havrits contribuent à la propagation d'une explosion et donnent un risque comparable à celui des poussières charbonneuses non neutralisées. Les tas séparés sont plus dangereux qu'une couche uniforme, car l'explosion les érode plus violemment.

Une couche de calcaire sur les havrits peut arrêter la propagation. On arrive au même résultat en consolidant les havrits par une couche de ciment, mais il est nécessaire d'appliquer une certaine quantité de stérile sur la surface consolidée pour neutraliser le dépôt ultérieur de poussières charbonneuses.

Par conséquent, si les havrits doivent être stockés dans le fond, il faut qu'ils soient étendus, puis neutralisés par du calcaire ou consolidés.

II. Dépôts épais de poussières stériles sur la sole des galeries.

Dans certaines mines, la tendance est de neutraliser uniquement la sole des galeries. On éventre des sacs de calcaire au centre de la galerie et on répand le contenu à la pelle; il y a donc excès de stérile au milieu de la sole, mais les dépôts charbonneux des parois et du toit ne sont pas neutralisés.

Les auteurs ont cherché par des expériences à mettre en évidence le danger de ce procédé.

Ils ont utilisé comme mode d'amorçage, du charbon broyé réparti à raison de 45 kg sur 15 m et allumé par une charge de poudre noire au mortier.

Les gisements poussiéreux soumis aux expériences s'étendaient sur une longueur de 106,50 m à partir du front (zone d'essai).

Voici, en bref, les expériences effectuées et les constatations auxquelles elles ont donné lieu :

- a) Mélange de charbon et de calcaire réparti 1/3 sur des planches transversales, 1/3 sur des planches latérales, 1/3 sur la sole et à raison de 1,5 kg par mètre de galerie.
Il faut 64 % de matières incombustibles pour que la flamme soit arrêtée dans la zone d'essai.
- b) Calcaire fin projeté mécaniquement sur les parois et le toit (65 à 70 % tombent sur la sole). Poussières de charbon sur les planches et sur la sole.
L'explosion est arrêtée quand le taux moyen d'incombustibles atteint 70 %.
- c) Calcaire appliqué sur les parois et au toit à raison de 6 kg/m. Charbon sur les planches transversales et latérales à raison de 0,75 kg/m. Avec un taux moyen d'incombustibles de 90 %, la flamme parcourt presque toute la zone d'essai.
- d) Calcaire déposé sur la sole à raison de 6 ou 18 kg par mètre de galerie. Charbon sur les

planches transversales et latérales à raison de 1,5 ou 0,75 kg/m (parfois aussi sur la sole). Dans chaque cas, l'explosion s'est développée sur toute la zone d'essai alors que le taux moyen d'incombustibles variait de 82 à 96 %.

Les expériences montrent que la neutralisation intensive de la sole de la galerie ne compense pas l'absence de poussières stériles sur les parois et au toit.

III. Adhérence des poussières stériles aux parois et au toit.

Dans la neutralisation à l'air comprimé, 30 à 35 % seulement des poussières adhèrent aux parois et au toit; le reste tombe sur la sole ou est emporté par le courant d'air.

Les auteurs ont donc cherché les moyens propres à augmenter l'adhérence du stérile. Leurs essais ont été réalisés dans une galerie de la mine expérimentale, de section à peu près égale à celle où se sont déroulés les essais antérieurs.

Ils ont utilisé un gicleur lançant 16 kg de calcaire pulvérisé par minute.

Celui-ci était projeté sur les parois et sur le toit. La vitesse de l'air dans la galerie était de 15 mètres/minute. On récoltait ensuite la poussière déposée sur des bandes de 150 mm de largeur.

Les auteurs ont modifié de façons diverses les conditions d'empoussiérement.

Leurs constatations peuvent être résumées comme suit :

- 1) Les résultats restent les mêmes suivant qu'on projette le même poids de poussières en une fois ou en plusieurs fois.
- 2) Le calcaire ordinaire adhère mieux que le calcaire à surface traitée (La communication ne dit pas en quoi consiste le traitement).
- 3) L'adhérence reste la même quand le pourcentage de fines particules (0,074 mm) varie de 60 à 85 %.
- 4) Lorsque l'empoussiérement est précédé de l'humidification du toit et des parois (1,9 à 2,5 l par mètre de galerie), l'adhérence du calcaire ordinaire passe de 32 à 45 % et celle du calcaire traité de 14 à 27 %.

Les auteurs estiment que si l'adhérence du stérile est insuffisante, il faut humidifier les parois soit avant, soit pendant l'empoussiérement.

IV. Applications de poussières stériles mouillées près des fronts avançant rapidement.

Tous les chantiers doivent, en vertu du règlement, être neutralisés jusqu'à 12 m du front; il n'y a d'exception que pour ceux dont les poussières sont ininflammables du fait de leur grande teneur en matières incombustibles (humidité et cendres).

Généralement, on fait l'empoussiérement à la machine (souffleur à air comprimé) pendant les arrêts du travail et aux changements de postes.

Des difficultés apparaissent lorsque des machines fonctionnent sans interruption aux trois postes; celles-ci ne peuvent en effet, pas plus que le personnel, travailler dans une atmosphère chargée intensément de poussières.

On a donc imaginé différents procédés de protection :

- 1) Poussières déposées sur des planches placées le long des parois.
- 2) Poussières déposées sur des planches transversales. Ces planches de 25 cm de largeur sont suspendues à 1,5 m l'une de l'autre et à 50 cm du ciel de la galerie.
- 3) Auges transversales en planches, remplies d'eau et placées à 3 m l'une de l'autre.
- 4) Poussières stériles humides appliquées sur le toit et les parois. Ce dernier procédé peut être mis en œuvre de deux façons :
 - a) boue préformée et projetée par une gunitteuse;
 - b) la poussière sèche et l'eau sont projetées séparément par un gicleur.

80 à 85 % de la poussière adhèrent aux parois et au toit.

Le procédé humide est donc bien supérieur à l'empoussiérement à sec.

De plus, celui-ci met en suspension dans l'air du chantier :

175 particules/mm³ à 7,50 m du gicleur,

71 particules/mm³ à 30 m du gicleur,

alors qu'avec l'empoussiérement humide les nombres de particules dans l'atmosphère sont de 0,5 % et de 1 à 10 % des nombres précités, suivant que la poussière stérile est projetée sous forme de boue ou séparément avec l'eau.

Essais d'explosion.

Soixante-cinq essais ont été effectués dans la galerie principale (400 m) de la mine expérimentale, avec des modes d'amorçage identiques (ou à peu près) à ceux décrits précédemment.

On a aussi déclenché l'explosion par un arc électrique allumant un nuage de poussières.

Dans beaucoup d'essais, la zone neutralisée, dont la longueur était de 90 m, commençait dès la zone d'amorçage; dans d'autres, il y avait entre les deux zones un dépôt de poussières de charbon de 15, 30 ou 45 m.

Pour la mise en place du stérile, on utilisait un gicleur dans lequel la poussière était mélangée à l'eau et projetée sur les parois et sur le toit à raison de 6 kg par mètre de galerie (parfois 12 kg/m).

La plupart des essais ont été effectués alors que le dépôt de stérile était complètement sec. Quelques

fois on a fait l'explosion quand le dépôt renfermait encore de 10 à 15 % d'eau.

Voici les résultats les plus marquants enregistrés par les auteurs :

- 1) Les plus fortes explosions sont produites par le tir au canon sans bourrage.
- 2) La poussière humide est d'autant plus efficace qu'elle renferme moins d'eau et elle est moins efficace que la poussière sèche.
- 3) L'efficacité de la poussière humide couvrant les parois et le toit augmente s'il y a, en plus, de la poussière sèche sur le mur.
- 4) Quand la zone de poussière stérile commence à 15 m du front d'abattage, l'explosion n'est cependant pas arrêtée lorsque le dépôt de stérile au toit, aux parois et à la sole est couvert de charbon fin à raison de 1,5 kg/m (dépôt de 0,254 mm d'épaisseur).
- 5) Quand la neutralisation commence à 30 m et au delà du front, il est difficile sinon impossible d'arrêter l'explosion, et cela quel que soit le genre de dépôt (sec ou humide).

De leurs expériences, les auteurs concluent qu'on peut se protéger contre les explosions près des fronts à avancement rapide en appliquant de la poussière stérile humide sur le toit et les parois, mais qu'il

V. Effet de berlines chargées sur la propagation des explosions.

Cette étude a été entreprise à la suite d'une explosion survenue dans une mine dont les galeries étaient encombrées de berlines de charbon friable.

Cette explosion fut déclenchée par du grisou allumé à un arc de trolley. On estima que les poussières se trouvant dans les berlines avaient participé largement à l'extension de l'explosion.

Vingt essais ont été effectués dans la galerie de 400 m de la mine expérimentale. Celle-ci était empoussiérée d'un mélange de charbon fin et de calcaire broyé renfermant au total soit 59 %, soit 73 % de matières incombustibles.

L'inflammation était produite à front de la galerie par un mélange d'air et de gaz naturel (9,5 %) ou par l'amorçage B décrit antérieurement.

Des berlines freinées et chargées soit de havrits, soit de charbon tout-venant étaient disposées à des distances diverses du front.

Lorsqu'il n'y avait pas de berline, la flamme s'arrêtait à 125 m, quels que fussent les taux d'incombustibles et le mode d'amorçage.

Le tableau XL donne les résultats d'essais effectués avec l'amorçage au gaz et 59 % d'incombustibles

TABLEAU XL.

N ^o de l'essai	Disposition des berlines	Extension de la flamme en m
2330	pas de berline	125
2331	3 berlines de havrit à 30,5 m du front	209
2349	3 berlines de havrit à 61 m du front	171
2332	3 berlines de havrit à 91 m du front	315
2333	1 berline de havrit à 91 m du front	140
2334	5 berlines de havrit à 91 m du front	247
2346	3 berlines de havrit à 91 m du front	102
2339	3 berlines de charbon tout-venant à 91 m du front	102
2344	3 berlines de havrit avec sacs de calcaire à 91 m du front	102
2335	3 berlines de havrit consolidé par un mélange ciment-sable à 91 m du front	102
2348	3 berlines de havrit surmontées de onze planches chargées de calcaire broyé (100 kg) à 91 m du front	117

faut en plus neutraliser par du stérile sec les poussières charbonneuses de la sole (65 % au moins d'incombustibles).

Les auteurs insistent sur le fait qu'il ne faut ménager aucun effort qui tende à réduire la production et l'accumulation de poussières fines.

Pour l'essai 2346, les berlines étaient chargées à plein bord. Bien que 190 kg de havrits fussent emportés par l'explosion, la flamme fut de 103 m, donc de 23 m plus courte que celle donnée par l'essai sans berline.

Vu l'action érosive importante produite par la chasse d'air, on ne peut affirmer que des berlines

chargées de charbon fin n'augmenteraient pas la violence de l'explosion.

Lors de l'essai 2339 avec des berlines de tout-venant, 270 kg de charbon ont été emportés sans qu'il y ait accroissement de la longueur de la flamme (102 m).

Ce résultat doit être attribué à la grosseur du grain.

On pourrait donc suggérer que les berlines ou shuttle-cars chargés de havrits et séjournant un certain temps dans les galeries soient couverts d'une couche de gros charbon.

Les essais 2344, 2335 et 2348 font ressortir l'intérêt de certaines mesures de protection :

- sacs de calcaire éventrés placés sur les berlines,
- havrits consolidés par un mélange ciment-sable,
- arrêt barrage au-dessus des berlines.

Risques d'explosion des poussières de charbon en fonction de leur répartition dans les poussières stériles

par Dr. Ing. W. CYBULSKI (26)

On caractérise généralement l'inflammabilité d'une poussière de charbon par la quantité minimum de matières incombustibles qu'il faut lui ajouter pour obtenir un mélange homogène incapable de propager une inflammation.

Dans la mine, pour de multiples raisons, la répartition des constituants dans le gisement poussiéreux est rarement uniforme.

Le charbon est déposé d'une manière continue et la poussière stérile périodiquement; il en résulte qu'on a généralement affaire à des couches superposées de poussières et non à des mélanges.

La composition du nuage soulevé devant la flamme d'une explosion ne correspond donc pas à la composition moyenne du dépôt de poussières; l'inflammabilité du premier est donc totalement différente de l'inflammabilité du second.

Certains expérimentateurs ont déjà mis en évidence cette distinction.

Citons seulement Jones et Tideswell qui, dans le cas de charbon recouvrant en couche mince le stérile, ont encore obtenu une explosion se propageant sur toute la longueur de la galerie de 100 m de Buxton malgré un taux moyen de 90 % d'incombustibles.

Des expériences analogues ont été exécutées par le Bureau of Mines (Etats-Unis) et par la station de Derne (Allemagne).

(26) Communication n° 59 de la mine expérimentale Barbara à Mikolow (Pologne).

Dans les trois cas, le développement de la flamme est resté inférieur à 125 m.

Conclusions.

Dans leurs conclusions, les auteurs disent que ce n'est pas la turbulence provoquée par l'étranglement de la section qui favorise l'extension de la flamme, mais bien l'érosion des havrits ou du charbon par la chasse d'air; celle-ci emporte des fines particules qui prolongent la flamme.

Il n'y a pas de corrélation nette entre le développement de la flamme et le poids de matière enlevé des berlines.

L'érosion maximum se produit généralement quand les berlines se trouvent tout près du front.

Finalement, les auteurs préconisent les mesures de protection qu'ils ont expérimentées : couverture de gros charbon, arrêt barrage, sacs éventrés de stériles sur les berlines, consolidation au ciment.

Recherches de l'auteur.

W. Cybulski a étudié l'influence de la répartition du charbon et du stérile dans deux cas extrêmes : séparation nette et superposition de deux constituants.

Le charbon provenant de la couche Barbara à 41,2 % de matières volatiles (sur charbon pur) était amené par broyage sous trois finesses caractérisées par le pourcentage de particules plus petites que 75 microns :

plus petit que 75 microns

poussières moyennes	25 %
» fines	85 %
» très fines	100 %

Les substances stériles étaient :

du calcaire	67 % plus petit que 75 microns
du schiste	48 % idem
	3,9 % de matières combustibles.

(Ces deux substances présentent la même aptitude en ce qui concerne l'arrêt d'une explosion).

Les essais ont été effectués dans une galerie souterraine, rectiligne sur 200 m de longueur.

On a utilisé plusieurs modes d'amorçage :

Amorçage 4 m P II — La galerie renferme un gisement de 4 m de longueur de poussières fines pures à raison de 500 g/m³, qui est allumé par 750 g de poudre noire tirée au mortier.

Amorçage 15 m P II — Il est identique au précédent sauf que le gisement poussiéreux a 15 m de longueur.

Amorçage 30 m P II — Identique aux deux précédents sauf que le gisement poussiéreux a 30 m de longueur.

Amorçage 50 m³ — A front de la galerie, il y a 50 m³ d'un mélange grisouteux à 9,5 % de méthane. Ce mélange est allumé par 750 g de poudre noire tirée au mortier. Parfois l'allumage est produit par un détonateur explosant près de la feuille de papier qui limite, avec le front, la chambre à gaz.

A la suite de la zone d'amorçage se trouvait la zone empoussiérée, celle-ci s'étendant sur 150 m lorsque l'amorçage était violent (30 m P II par exemple), ou sur une longueur moindre lorsque l'amorçage était moins violent (4 m P II).

Les poussières étaient déposées :

- a) sur des étagères longitudinales en acier de 16 cm de largeur, attachées aux parois (deux de chaque côté);
- b) sur des rallonges transversales en acier de 16 cm de largeur et distantes de 1,50 m;
- c) sur la sole de la galerie.

Pour la neutralisation, on jetait la poussière stérile à la main ou on la projetait à l'air comprimé sur les parois, sur le toit et sur le soutènement, de sorte qu'une quantité importante de poussières restait attachée aux épontes et au soutènement, le reste tombant sur la sole.

Résultats.

Pour chaque essai, on a, à l'aide de détonateurs spéciaux, mesuré le développement et la vitesse de la flamme et parfois aussi la pression d'explosion et la durée de la flamme.

L'auteur a groupé ses constatations en seize tableaux. Le développement de la flamme y est noté comme suit :

- N : la flamme s'arrête dans la zone empoussiérée.
 P : la flamme se développe sur une longueur double au moins de celle de la zone empoussiérée.
 p : la flamme dépasse la zone empoussiérée mais n'atteint pas le développement caractérisant la propagation P.
 pN : la longueur de la flamme est égale à celle de la zone empoussiérée.

Des tableaux de l'auteur, nous n'avons retenu que les essais limites, c'est-à-dire ceux dont les résultats encadrent le taux de neutralisation de sécurité S, celui pour lequel il n'y a pas propagation (cas N).

Ce taux est donc le pourcentage moyen de matières incombustibles (cendres et eau) dans le gisement total charbon et stérile.

Dans les tableaux, nous avons indiqué aussi le taux de neutralisation de sécurité Sm établi par des essais d'explosion sur des mélanges homogènes de charbon et de stérile.

Poussières de charbon séparées des poussières stériles.

C'est le cas le plus dangereux car le nuage de charbon et le nuage de stérile se forment individuellement sans se mélanger.

Les résultats sont reportés au tableau XLI.

Quand le charbon fin est sur la sole et le stérile sur les étagères et les rallonges (essais I₁), il faut plus de 85 % de stérile pour arrêter l'explosion, alors que 80 % suffiraient si les deux poussières formaient un mélange homogène.

Il faut en conclure que même lorsqu'il y a sept fois plus de stérile que de charbon, la poussière ininflammable ne diffuse pas dans toute la section de la galerie.

Les résultats ne sont pas meilleurs lorsqu'on rapproche l'un de l'autre les deux constituants : (Expériences des groupes I₂, I₃ et II₁)

- charbon sur les étagères (ou sur les rallonges);
- stérile sur les rallonges (ou sur les étagères).

Dans le cas de l'expérience 2525, bien que la quantité de charbon ne fut que 0,125 kg/m³, on a enregistré une vitesse de flamme atteignant 860 m/sec.

Poussières charbonneuses et poussières stériles superposées.

Les expériences sont reportées aux tableaux XLII (poussières fines) et XLIII (poussières moyennes).

Lorsque le stérile se trouve sur le charbon, S est généralement inférieur à Sm. Le groupe VI₂ du tableau XLII fait cependant exception (S = 85, Sm = 80); l'auteur pense que dans ce cas le souffle a soulevé un mélange renfermant peu de matières stériles.

Pour les essais « charbon sur stérile » du tableau XLII, on a utilisé des quantités assez faibles de charbon; pour supprimer la propagation, il faut malgré cela plus de 90 % d'incombustibles.

Les essais du tableau XLIII montrent encore une fois l'influence de l'ordre de superposition des poussières.

On remarquera qu'avec les poussières moyennes, il faut des taux de neutralisation inférieurs à ceux exigés par les poussières fines.

TABLEAU XLI.

Poussières de charbon séparées des poussières stériles

N° de l'essai	Charbon kg/m ³	Stérile kg/m ³	Teneur en incombustibles %	Résultats	S %	Sm %
<i>Amorçage 50 m³ CH₄ - Poussières charbonneuses fines</i>						
I ₁ Charbon sur la sole - Schiste sur les étagères et les rallonges						
2131	0,50	3,70	85	N	≥ 85	80
2116	0,50	3,565	85	P		
I ₂ Charbon sur les étagères - Schiste sur les rallonges						
2525	0,125	0,885	85	P	90	80
2526	0,125	1,828	90	N		
I ₃ Charbon sur les rallonges - Calcaire sur les étagères						
2443	0,080	1,300	95	P	> 95	80
I ₄ Charbon sur les rallonges - Schiste sur charbon sur la sole						
2583	0,25	3,128	90	P	> 90	80
<i>Amorçage 30 m P II - Poussières charbonneuses fines</i>						
II ₁ Charbon sur les étagères - Schiste sur les rallonges						
2457	0,075	0,576	90	P	> 90	87,5
II ₂ Charbon sur les rallonges - Schiste sur la sole						
2444	0,10	1,624	95	P	> 95	87,5
II ₃ Charbon sur les rallonges - Schiste sur la sole						
2585	0,050	1,695	97,5	P	97,5	87,5
2586	0,050	1,695	97,5	N		
II ₄ Charbon sur les rallonges - Schiste sur les étagères et sur la sole						
2596	0,050	0,392	90	p	> 90	87,5
<i>Amorçage 50 m³ CH₄ - Poussières charbonneuses très fines</i>						
III ₁ Charbon sur la sole - Schiste sur les rallonges et sur les étagères						
2843	0,40	2,935	90	P	> 90	87,5
III ₂ Charbon sur les rallonges - Schiste sur les étagères et sur la sole						
2813	0,10	1,594	95	P	> 95	87,5
III ₃ Charbon sur les étagères - Schiste sur la sole						
2819	0,15	1,100	90	P	≥ 95	87,5
2815	0,10	1,595	95	p		
<i>Amorçage 50 m³ CH₄ - Poussières moyennes</i>						
IV ₁ Charbon sur la sole - Schiste sur les rallonges et sur les étagères						
1255	1,00	2,320	70	P	≥ 70	72,5
IV ₂ Charbon sur les étagères - Schiste sur les rallonges						
2530	0,150	0,457	75	P	80	72,5
2529	0,150	0,656	80	N		
IV ₃ Charbon sur les rallonges - Schiste sur charbon sur la sole						
3342	0,20	0,949	85	P	> 85	72,5

TABLEAU XLII.

Poussières superposées sur le mur - Poussières charbonneuses fines

N° de l'essai	Charbon kg/m ³	Stérile kg/m ³	Teneur en incombustibles % (eau comprise)	Résultats	S %	Sm %
<i>Amorçage 15 m P II</i>						
VI ₁	Schiste sur charbon					
1042	1,00	2,906	75	P	77,5	80
1000	1,00	3,184	77,5	P		
1005	1,00	3,150	77,5	N		
<i>Amorçage 50 m³ CH₄ 9 %</i>						
VI ₂	Calcaire sur charbon					
2199	0,50	1,94	82,5	P	85	80
2182	0,50	2,35	85	N		
2183	0,50	2,33	85	N		
<i>Amorçage 50 m³ CH₄ 9,5 % - Allumage par poudre noire, 750 g</i>						
VI ₃	Charbon sur schiste					
2828	0,20	2,181	90	P	≥ 90	80
2830	0,20	2,181	90	P		
2831	0,20	2,181	90	N		
<i>Amorçage 50 m³ CH₄ 9,5 % - Allumage par détonateur près de la feuille de papier</i>						
VI ₄	Charbon sur schiste					
2835	0,20	2,181	90	N		80
<i>Amorçage 50 m³ CH₄ 9,5 % - Allumage par détonateur au fond de la galerie</i>						
VI ₅	Charbon sur schiste					
2840	0,15	1,748	90	P	> 90	80
2839	0,10	1,666	90	N		

Neutralisation à la main.

Le but des essais était d'étudier l'efficacité de la neutralisation à la main dans diverses conditions de distribution de la poussière de charbon.

Presque tous les essais ont été réalisés avec des amorçages violents.

On a commencé par mettre les poussières charbonneuses sur les rallonges (groupes IX₁ et IX₂ du tableau XLIV).

Il faut alors 85 % d'incombustibles pour empêcher la propagation.

Lorsque les poussières sont déposées à la fois sur les rallonges et sur la sole, il faut, si l'amorçage est violent (amorçage 30 m P II), un taux de neutralisation S de 82,5 % (inférieur cependant à celui du mélange homogène Sm = 87,5).

Pour les essais du groupe IX₆, on a d'abord projeté le charbon puis les poussières stériles.

On a trouvé alors que 80 % d'incombustibles suffisaient pour arrêter la propagation.

On a fait aussi des essais avec des poussières moyennes; celles-ci étaient déposées en quantités considérables sur les rallonges, sur les étagères et sur la sole.

En général, la schistification à la main empêchait très efficacement la propagation de l'explosion.

Le taux de neutralisation S n'a pas été déterminé exactement; dans tous les cas, il était certainement inférieur à 72,5 %.

Neutralisation à l'air comprimé.

On a fait des essais de propagation en utilisant comme amorçage 50 m³ de mélange grisouteux à 9,5 % de méthane.

Avec des poussières fines sur les rallonges, on a encore observé des propagations alors que la teneur

TABLEAU XLIII.
Poussières superposées sur le mur - Poussières charbonneuses moyennes

N° de l'essai	Charbon kg/m ³	Stérile kg/m ³	Teneur en incombustibles %	Résultats	S %	S _m %
<i>Amorçage 15 m P II</i>						
VII ₁	Schiste sur charbon					
983	1,50	1,56	57,5	P	57,5	70
995	1,50	1,57	57,5	N		
<i>Amorçage 30 m P II</i>						
VII ₂	Schiste sur charbon					
2176	1,00	2,29	70	N	70	70
2177	1,00	2,29	70	N		
VII ₃	Charbon sur schiste					
3340	0,728	2,773	80	P	> 90	75
3341	0,50	3,81	90	P		
<i>Amorçage 50 m³ CH₄ 9,5 %</i>						
VII ₄	Schiste sur charbon					
2196	1,00	1,05	55	pN	55	70
2197	1,00	1,05	55	N		
2198	1,00	1,05	55	N		

moyenne en matières incombustibles dans la galerie atteignait 90 %.

Lorsque les poussières (fines) étaient déposées sur les rallonges et sur la sole, 85 % de matières incombustibles ne suffisaient pas pour empêcher la propagation.

On a obtenu de meilleurs résultats avec les poussières moyennes; le taux de neutralisation a été alors de 72 %.

L'auteur estime que la neutralisation à la main est plus efficace que la neutralisation à l'air comprimé.

Cette supériorité est due, selon lui, à ce que la matière stérile projetée à la main forme des accumulations irrégulières plus aisément dispersibles par le souffle de l'explosion que la couche d'épaisseur uniforme produite par la projection à l'air comprimé.

Couche de charbon sur une couche de stérile.

On a projeté à l'air comprimé et sur le pourtour de la galerie une couche de stérile puis une couche de charbon et on a amorcé l'explosion par 50 m³ de mélange grisouteux.

Pour empêcher la propagation, on a dû porter le taux de matières incombustibles à

95 % pour les poussières fines,

75 % pour les poussières moyennes.

(En mélange homogène, il aurait fallu les taux d'incombustibles

S_m = 80 poussières fines,

S_m = 72,5 poussières moyennes).

Conclusions.

- 1) Le nuage formé au toit par les poussières fines accumulées dans les parties supérieures de la galerie est très dangereux et il est très difficile de le neutraliser.
Le stérile qui se trouve sur les rallonges ne réagit pas efficacement contre les propagations produites par les poussières de charbon des parois.
On arrive encore à avoir des explosions avec 75 g de poussières de charbon au m³ déposées sur les parois malgré la présence de sept fois plus de stérile déposé sur les rallonges.
- 2) Le danger est moins grand avec les poussières moyennes (ce sont les plus courantes dans la mine), mais il est encore notable, même si on respecte le taux de neutralisation imposé par le règlement (80 %).
- 3) La neutralisation à l'air comprimé est moins efficace que la neutralisation à la main, même lorsqu'il s'agit de poussières moyennes.
- 4) Quand les poussières charbonneuses fines couvrent le stérile (sur tout le pourtour de la galerie), le danger de propagation est grand, même avec les amorçages violents.
- 5) De ces essais, l'auteur tire les conclusions pratiques suivantes :
Il faut s'efforcer d'enlever la poussière combustible accumulée dans les parties hautes de la galerie.
Si cela est possible, il faut utiliser d'autres moyens de protection que la neutralisation.

TABLEAU XLIV
Poussières charbonneuses fines
Neutralisation à la main de toute la section de la galerie

N° de l'essai	Charbon kg/m ³	Stérile kg/m ³	Teneur en incombustibles %	Résultats	S %	Sm %
<i>Amorçage 4 m P II</i>						
IX ₁	Charbon sur les rallonges					
2606	0,15	0,737	85	P	≥ 85	75
3343	0,15	0,674	85	N		
2607	0,15	1,177	90	p		
<i>Amorçage 50 m³ CH₄ 9,5 %</i>						
IX ₂	Charbon sur les rallonges					
2559	0,4	1,953	85	p	85	80
2560	0,4	1,953	85	N		
IX ₃	Charbon sur les rallonges et sur la sole					
2553	0,75	2,513	80	p	80	80
2554	0,75	2,513	80	N		
2555	0,75	2,513	80	N		
IX ₅	Charbon sur les rallonges, les étagères et la sole					
2556	0,75	2,513	80	N	≤ 80	80
2557	1,00	3,425	80	N		
IX ₆	Charbon projeté à la main dans toute la section de la galerie					
2567	0,40	1,409	80	N	≤ 80	80
2572	0,30	1,045	80	N		
<i>Amorçage 30 m P II</i>						
IX ₄	Charbon sur les rallonges et sur la sole					
2588	0,75	3,826	82,5	P	82,5	87,5
2589	0,75	3,826	82,5	N		
2590	0,75	3,826	82,5	N		

Le risque d'explosion des poussières de charbon en fonction notamment de leur composition pétrographique

par Dr. Ing. H. HANEL (27)

Introduction.

Les investigations de l'auteur ont porté sur des charbons renfermant de 32 à 40 % de matières volatiles (sur charbon pur). Ses essais ont été réalisés dans une galerie de 25 m de longueur, de section elliptique de 2 m² (hauteur 1,82 m, largeur 1,32 m), la source d'inflammation étant une charge de 500 g de Donarit n° 1 (explosif brisant), tirée sans bourrage dans un mortier court en position horizontale.

L'auteur a pris comme critères d'inflammabilité :

1) la limite inférieure d'inflammabilité, c'est-à-dire la quantité minimum de poussières en

grammes dans un m³ d'air pour qu'une inflammation puisse se propager.

2) Les teneurs critiques en stérile, c'est-à-dire les quantités minimums de poussières stériles qu'il faut ajouter à la poussière de charbon pour rendre le mélange ininflammable (teneur critique d'inflammation) ou impropre à propager une inflammation (teneur critique de propagation).

Ces caractéristiques sont influencées par la finesse des poussières, par l'humidité, par la quantité de poussières, par la composition pétrographique.

Pour le charbon B, la finesse augmentant sans cesse, la limite inférieure d'inflammabilité s'abaisse (166-38) puis augmente (56).

(27) Communication n° 46 de la galerie expérimentale de Freiberg (Saxe).

TABLEAU XLV
Influence de la finesse

Pourcentage de poussières passant le tamis de 0,06 mm	Limite inférieure d'inflammabilité g/m ³	Teneur critique (en stérile)	
		d'inflammation %	de propagation %
Charbon A à 37 % de matières volatiles 11,5 % de cendres - 75 % d'humidité			
32	257	43	25
65	60	63	41
91	44	65	54
Charbon B à 38 % de matières volatiles 5 % de cendres - 10 % d'humidité			
21	166		
47	67		
73	47		
95	38		
100	56		

On peut expliquer cette variation d'allure par le fait que les poussières très fines ont tendance à s'agglomérer.

Influence de l'humidité.

Le tableau XXXIX montre que l'humidité joue un rôle plus efficace que les poussières stériles.

TABLEAU XLVI.

Charbon B - 250 g de charbon au m³

Pourcentage de poussières passant le tamis de 0,06 mm	Teneur critique de propagation	
	poussières stériles %	eau %
21	19	16
47	47	20
73	50	23
95	57	27

Influence de la quantité de poussières de charbon au m³.

Cette influence ressort du tableau XLVII.

TABLEAU XLVII.

Charbon A - 65 % passant le tamis de 0,06 mm

Poussières de charbon en g/m ³	Teneur critique d'inflammation %
150	70
300	63
500	58

La teneur critique croît moins vite que la quantité de poussières de charbon. Cela provient de ce que, à partir d'une certaine quantité de poussières, il n'y a plus assez d'oxygène pour assurer la combustion complète.

Influence de la composition pétrographique.

Pour les déterminations rapportées ci-avant, on a utilisé des poussières obtenues artificiellement par broyage de morceaux de charbon.

On a constaté que, dans certains cas, elles étaient plus inflammables que les poussières produites naturellement par l'exploitation.

TABLEAU XLVIII.

Veine C.

	Poussières	
	artificielles	naturelles
Humidité en %	6,4	2,8
Pourcentage de poussières passant le tamis de 0,06 mm	96,9	99,1
Vitrain %	100	20
Durain %	traces	0
Fusain %	traces	80
Limite d'inflammation	147	non inflammable

Selon l'auteur, cette différence peut s'expliquer par le fait que les poussières provenant du broyage n'ont pas la même composition pétrographique que les poussières déposées.

On peut s'en rendre compte par le tableau XLVIII relatif à la poussière de la veine C.

Le vitrain a une affinité marquée pour l'oxygène; les charbons riches en vitrain sont donc aptes à donner des coups de poussières.

Le fusain, par contre, renferme moins de 20 % de matières volatiles et son point d'inflammation est de l'ordre de 800°, c'est-à-dire plutôt supérieur à celui des poussières courantes (700 à 800°).

La grande inflammabilité des poussières artificielles de la veine C s'explique donc par leur haute teneur en vitrain et leur faible teneur en fusain.

Influence de la présence de méthane.

On a isolé une longueur de 5 m de la galerie par une feuille de papier et dans la chambre de 10 m³ ainsi réalisée, on a introduit un mélange grisouteux.

La limite d'inflammabilité des poussières s'abaisse lorsqu'on augmente la teneur en méthane du mélange (voir tableau XLIX).

Du fait de la présence de méthane, des poussières peuvent devenir explosives.

Avec du charbon à 75 % de fusain qui ne donnait pas de coups de poussières dans l'air pur, on a obtenu l'explosion lorsqu'on eut introduit dans la galerie 1 % de méthane.

TABLEAU XLIX.
Limite inférieure d'inflammabilité en %

Pourcentage de poussières passant le tamis de 0,06 mm	Teneur en méthane		
	0	2 %	4 %
32	227	225	76
65	60	53	25
91	44	40	20

Inflammabilité des dépôts poussiéreux dans les voies à courroies transporteuses

par Dr. Ing. CYBULSKI (28)

Dans l'introduction, l'auteur souligne qu'il est impossible de neutraliser les voies à courroies transporteuses au taux indiqué par le règlement. (Le transport d'une tonne de charbon peut produire sur une centaine de mètres un dépôt de 450 g de poussières).

Il s'est donc proposé d'examiner dans quelle mesure la présence d'une bande longitudinale de charbon pur dans une galerie contribue à l'aggravation d'une explosion.

Les essais ont été effectués dans une section rectiligne de 200 m de longueur d'une galerie souterraine de 5 m² environ de section.

On a pris le charbon de la couche Barbara (41,1 % de matières volatiles, 9,3 % de cendres, 5,8 % d'humidité), sous trois degrés de finesse caractérisés par les pourcentages traversant les mailles de 75 microns, soit :

poussières moyennes	25 %
poussières fines I	50 %
poussières fines II	85 %

La matière stérile était ou du schiste broyé (3,2 % de matière combustible) ou du calcaire broyé.

Leur finesse était telle que 49,1 % (schiste) et 63 % (calcaire) traversaient les mailles de 75 microns.

On a utilisé les amorçages 30 m T II et 50 m³, décrits à la communication 39 du même expérimentateur (Voir analyse ci-avant).

Les poussières étaient déposées dans la galerie de façons diverses à partir de la zone d'amorçage. Chaque fois il y avait sur la sole :

- 1) une bande longitudinale de charbon pur, soit au centre de la galerie, soit le long d'une des parois;
- 2) une ou plusieurs bandes longitudinales de stérile avec plus ou moins de charbon.

Pour certains essais, il y avait en plus du stérile avec ou sans charbon sur les cadres de soutènement et sur des planches attachées aux parois.

Le développement de la flamme servait de critère d'inflammabilité.

Nous résumons ci-après les constatations de l'auteur :

(28) Communication n° 48 de la mine expérimentale « Barbara » Mikolow (Pologne).

- 1) Une bande de charbon pur sur le mur de la galerie peut être une cause grave de propagation malgré une schistification correcte de la voie.
- 2) La propagation de l'explosion est particulièrement facile lorsque la bande de charbon est près de la paroi.
- 3) L'aptitude à propager l'explosion augmente avec la finesse des poussières. Les poussières fines II propagent l'explosion, même quand la teneur moyenne en matières incombustibles est supérieure à la teneur Sm d'un mélange homogène inapte à la propagation.
- 4) Il peut en être de même avec les poussières moyennes lorsque l'explosion est allumée par un amorçage violent. Avec un amorçage peu violent, la bande de poussières moyennes ne propage plus, si la bande de stérile + charbon parallèle est correctement neutralisée.
- 5) Les dépôts poussiéreux correctement schistifiés au toit et sur les parois n'empêchent pas l'explosion lorsque la bande stérile du mur ne neutralise pas elle-même la bande de charbon.

Etat actuel de l'emploi de sels pour la fixation des poussières en Allemagne

par H. SCHULTZE ROHNHOF (29)

Introduction.

L'auteur estime que la neutralisation ne constitue pas un moyen efficace de protection contre les coups de poussières.

Pour cette raison, il a entrepris, il y a plusieurs années déjà, l'étude des procédés de fixation à la croûte de sel et à la pâte de chlorure calcique.

Utilisation dans les mines allemandes.

Dans la Ruhr, des galeries sont traitées entièrement (sole, parois et couronne), soit à la croûte de sel (41 km), soit à la pâte de chlorure calcique (15 km).

Parfois aussi ces procédés sont utilisés pour la seule fixation des poussières de la sole (100 km à la croûte de sel, 15 km à la pâte calcique); la couronne et les parois sont alors neutralisées par des poussières stériles.

Enfin, autre variante, les parois et la couronne sont traitées à la croûte de sel et la sole au chlorure calcique en flocons avec 2 % de produit mouillant.

On obtient ainsi une sole élastique et non glissante.

Mode opératoire.

On utilise une gunitouse pour le procédé à la croûte de sel et un appareil portatif de projection à air comprimé pour le procédé à la pâte de chlorure calcique.

En général, une galerie fraîchement traitée à la pâte reçoit, après quelques semaines, une nouvelle application. Deux à trois mois plus tard, on régé-

nère le dépôt par une lessive de chlorure calcique contenant un produit mouillant.

Cette lessive est absorbée par les poussières déjà fixées; la surface est prête alors à capter de nouvelles poussières.

Après trois régénérations, il faut généralement recommencer l'empâtage.

Recherches sur le procédé au sel.

On a réalisé un tunnel de 30 m de développement et 0,5 m de diamètre dans lequel un ventilateur fait circuler un courant d'air dont on peut faire varier :

- la vitesse (1 à 20 m/sec);
- la température (10 à 40° C);
- le degré hygrométrique (insufflation de vapeur d'eau);
- la teneur en poussières.

Dans un tronçon rectiligne (6 m) de ce tunnel, on introduit des maquettes de galerie « traitées » au sel.

La formation de la croûte dépend du degré hygrométrique (H); elle est :

- nulle pour H = 75 %,
- lente pour H = 70 %,
- dix fois plus rapide pour H = 60 %.

Suivant la quantité de poussières déposées, il faut arroser tous les deux ou trois jours sinon les gouttelettes d'eau ne peuvent plus pénétrer, les poussières conservent une certaine dispersibilité et la croûte ne se forme plus.

L'arrosage nécessite 0,2 l/m² pour les parois et la couronne et 0,4 l/m² pour la sole.

(29) Communication n° 40 de la Station de Deme-Dortmund (Allemagne).

Après l'arrosage, 70 g de poussières environ peuvent être captées par m² de surface de la galerie.

Recherches sur le procédé à la pâte calcique.

On a fait un essai identique sur un modèle de galerie traitée au chlorure calcique.

En deux semaines, on a introduit au total dans le tunnel 25 kg de poussières charbonneuses.

Il s'en est déposé sur la sole :

4 kg/m² à 2 m du point d'introduction,
0,97 kg/m² à 3,5 m du point d'introduction,
0,67 kg/m² à 5,0 m du point d'introduction.

Les poussières sont donc fixées très rapidement. Ces essais sont encore en cours.

Fixation des poussières ultra-fines.

On vient de commencer des essais pour déterminer dans quelle mesure la pâte au chlorure calcique capte les très fines poussières.

A l'entrée d'une galerie souterraine ventilée et traitée à la pâte calcique, on met en suspension de très fines poussières ; on mesure l'empoussiérage de l'air à l'entrée et à la sortie.

Ces essais ne sont pas terminés.

(à suivre)