

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

Siège d'expériences de Frameries

LE BOURRAGE EXTÉRIEUR

EN

POUSSIÈRES INCOMBUSTIBLES

(PREMIÈRE NOTE)

PAR

VICTOR WATTEYNE,

Inspecteur général des Mines,
Chef du Service des Accidents miniers et du grisou,

ET

EMMANUEL LEMAIRE,

Ingénieur principal des Mines,
Attaché au Service des Accidents miniers et du grisou
(Siège d'expériences de Frameries)
Professeur à l'Université de Louvain.

I.

Préliminaires et Conclusions générales.

a) État de la question. — Nécessité de la superposition des moyens préventifs.

Rechercher les moyens d'empêcher les explosions minières en prévenant l'*inflammation initiale* du grisou ou des poussières, ces éléments dangereux étant supposés exister dans la mine, tel a été l'objet principal des recherches effectuées depuis une dizaine d'années au Siège d'expériences de Frameries.

C'est ainsi que nous avons successivement étudié la question des lampes de sûreté et celle, beaucoup plus

importante, des explosifs, ces deux causes principales d'inflammation dans les mines.

Des publications déjà nombreuses ont relaté nos travaux et ont fait connaître les résultats obtenus.

Nous ne nous occuperons dans la présente note que du danger d'explosion résultant de l'emploi des explosifs.

Le problème de la prévention des explosions minières est complexe et comporte diverses solutions dont une seule, si elle était d'*application générale* et d'*efficacité absolue*, suffirait pour donner tout apaisement.

Disons de suite que, dans l'état actuel de nos connaissances, il est loin d'en être ainsi. C'est pourquoi la superposition de plusieurs mesures est indispensable si l'on veut s'approcher d'une situation convenable au point de vue de la sécurité.

La première solution dont la recherche s'impose à l'esprit est la prévention de la formation d'un mélange explosible.

Ce mélange peut être formé de grisou ou de poussières ou de ces deux éléments à la fois.

Les moyens de prévenir la formation d'un mélange grisouteux sont connus et appliqués depuis longtemps, et, s'il serait hautement téméraire de dire qu'il n'y a plus de progrès à accomplir sous ce rapport, tout au moins peut-on constater que rien de nouveau n'a été proposé depuis peu et que d'ailleurs la situation, sans être parfaite, est, dans les mines bien tenues, généralement assez bonne.

Une ventilation active, bien dirigée, bien contrôlée, bien proportionnée au caractère plus ou moins grisouteux de la mine et à l'importance de l'extraction, ne laisse guère subsister d'accumulation dangereuse de grisou.

Nous avons dit « ...ne laisse *guère* ». C'est qu'en effet, il

s'en faut de beaucoup encore que l'on soit sûr, même en l'absence des *dégagements instantanés*, dont nous ne nous occupons pas ici, qu'il n'y ait ça et là des accumulations dangereuses ou qu'il ne s'en forme pas au moment même, et par le fait du tir des mines.

Mais ce qui est beaucoup moins avancé — et cela, en partie, parce que beaucoup d'Ingénieurs ont trop longtemps fermé les yeux sur ce danger qu'ils croyaient imaginaire — c'est le moyen d'éviter les mélanges dangereux de poussières, soit seules, soit avec de faibles proportions de grisou.

Nous avons rappelé récemment encore (1) quels sont les moyens essayés et même appliqués avec plus ou moins de succès pour résoudre ce problème.

Il y a d'abord les procédés destinés à empêcher ou à atténuer la formation des poussières.

A cette catégorie appartiennent diverses précautions, plus ou moins efficaces, mais bonnes à suivre, recommandées pour entretenir la mine dans un état de propreté convenable, obtenir que le roulage donne un minimum de poussières, etc.: l'emploi de diverses matières, tels le lait de chaux et divers autres palliatifs, la saturation de l'air de la mine par la poussière d'eau ou la vapeur, et enfin l'ingénieux procédé de M. Meissner (†), par lequel la forma-

(1) Voir notamment: « Quelques mots sur la question des poussières au Congrès de Dusseldorf », *Annales des Mines de Belgique*, t. XV, 3^e liv., p. 1365.

(†) Au moment où nous revoyons ces lignes, nous apprenons la mort de cet Ingénieur distingué, survenue à Berlin, le 16 septembre 1911.

Carl MEISSNER s'était, au cours de sa carrière, beaucoup occupé de la sécurité des mines et notamment était intervenu énergiquement dans la lutte contre le danger des poussières.

Nous rendons un hommage ému à la mémoire de notre éminent et sympathique confrère avec qui nous eûmes de nombreux échanges de vues sur diverses questions intéressant la sécurité des ouvriers, et qui fut, avec le capitaine Desborough de Londres, notre compagnon et notre collaborateur dans la mission humanitaire à laquelle nous fûmes appelés, en 1908, par le Gouvernement des Etats-Unis.

V. W.

tion de poussières serait empêchée à sa source principale, c'est-à-dire au travail même de l'abatage, par l'humidification intérieure du front de taille.

Il y a ensuite les moyens ayant pour objet de supprimer les poussières formées, ou de les rendre inoffensives.

Pendant longtemps on n'en a pas connu d'autres que l'emploi de l'eau, l'arrosage.

L'arrosage *local*, notamment dans le voisinage des mines à tirer, est employé partiellement dans plusieurs pays miniers, notamment en Belgique. Soigneusement pratiqué, il donne de bons résultats.

L'arrosage généralisé, c'est-à-dire appliqué à l'ensemble des travaux miniers, a été largement employé en Allemagne, et aussi dans un certain nombre de mines américaines, plus rarement ailleurs.

Signalons sommairement divers procédés proposés tout récemment encore pour rendre plus efficaces l'action de l'eau, par l'emploi de certaines substances rendant le mouillage et l'agglomération des poussières plus effectifs et plus durables.

On a proposé aussi le dépoussiérage complet de la mine par divers procédés et avec l'aide d'appareils captant les poussières.

La plupart de ces moyens sont encore à l'état d'essais ou même de simples propositions.

Signalons enfin la *schistification* ou l'emploi de poussières incombustibles qui, soulevées éventuellement avec les poussières charbonneuses, rendraient le mélange incapable de propager la flamme et supprimeraient ainsi les dangers de ces derniers.

Ce moyen a déjà fait l'objet, dans ces dernières années, d'expériences nombreuses, trop connues pour que nous les rappelions. Il a même été appliqué dans quelques travaux miniers.

Sans contester l'intérêt que présentent tous ces procédés, et tout en reconnaissant que la plupart d'entre eux rendent de réels services pour la sécurité des mines vis-à-vis du danger des poussières, on ne peut pas dire que l'on soit arrivé à la solution du problème de l'inocuité des poussières ; il en est de même de celui dont l'objet est d'empêcher la formation des poussières.

D'une façon plus générale, si l'on se rappelle les réserves faites plus haut sur les moyens d'empêcher la formation des mélanges grisouteux, on peut déclarer que le problème de la prévention de la formation d'un mélange explosible, quel qu'il soit, n'a pas reçu jusqu'ici et ne recevra probablement jamais une solution *absolue*.

Rappelons en passant et sommairement, car ils ne rentrent pas dans l'objet de la présente notice, que divers moyens ont été proposés et expérimentés pour *localiser* une explosion supposée déclenchée. Tels les zones de poussières arrosées ou schistifiées, les arrêts-barrages, etc. Nous avons ailleurs et à diverses reprises attiré l'attention sur ces intéressants procédés ; mais ils ne concernent que la limitation et non la prévention des accidents.

Revenons à ce dernier point et examinons la seconde solution.

Celle-ci consiste dans les moyens *d'éviter l'inflammation* du mélange explosible quel qu'il soit. Pour qu'elle soit sérieuse, il faut qu'elle soit efficace même en se maintenant constamment dans l'hypothèse de l'existence de mélanges explosibles à leur maximum de danger.

C'est pourquoi, dans nos expériences sur les lampes de sûreté et les explosifs, nous nous sommes toujours placés devant des mélanges, soit de grisou, soit de poussières, soit des deux réunis, au maximum d'explosibilité.

Nous avons soin toutefois, toutes les fois que nous

relations les résultats de nos essais, de faire remarquer que, si favorables qu'ils fussent, il ne fallait pas s'en prévaloir pour écarter toute autre précaution et ne plus prendre souci de l'existence possible d'un mélange dangereux.

En effet, tout en étant convaincu qu'un pas important a été fait vers la susdite solution, nous n'avons jamais hésité à reconnaître, et nous l'avons déclaré maintes fois bien explicitement, avec motifs à l'appui, que la solution n'est pas encore, et loin de là, absolue.

Quelle a été, en ne considérant que les explosifs, la solution intervenue? La production d'une liste d'explosifs qui, *dans les conditions de nos expériences*, sont incapables, employés en-dessous d'une *charge-limite* que nous avons établie, d'allumer les mélanges les plus dangereux, grisouteux et poussiéreux.

Comme, pour un bon nombre de ces explosifs S. G. P., la charge-limite est assez élevée pour qu'on puisse, pratiquement, se contenter d'une charge inférieure, la solution serait suffisante s'il ne pouvait se rencontrer, dans la pratique des mines, des conditions autres que celles où nous nous sommes placés dans les expériences.

Or, il peut en être ainsi, il n'y a pas à se le dissimuler; et, dans une publication récente (1), nous avons, plus explicitement encore que nous ne l'avions fait précédemment, de plus en plus d'ailleurs, de par nos recherches incessantes, documentés sur la question, mis en lumière les diverses circonstances qui peuvent mettre en défaut notre solution.

Cette publication étant supposée connue, nous nous abstenons d'énumérer à nouveau ces circonstances.

(1) WATTEYNE et BOLLE. — Expériences sur les variations des charges-limites des explosifs suivant les sections des galeries. *Annales des Mines de Belgique*, t. XVI, 2^e livr.

Est-ce à dire que la solution soit illusoire? Nullement, nous sommes convaincu, au contraire, qu'elle est la vraie, et la diminution notable des accidents de grisou dans notre pays, depuis l'introduction des explosifs de sûreté dans la pratique des mines, a sans cesse accru notre conviction.

Mais, tout d'abord, la solution est toujours perfectible; et, en outre, et surtout, si perfectionnée qu'elle soit, elle ne sera jamais *absolue*, — du moins, tant qu'on emploiera des explosifs, et rien ne fait prévoir qu'on puisse se passer de ces puissants auxiliaires dont on fait largement usage dans les mines de tous pays.

Dès lors, ce qu'il y a à faire, tout en ne cessant de chercher des perfectionnements nouveaux des explosifs eux-mêmes, c'est de rechercher si certains autres procédés de sûreté ne peuvent se superposer à la sûreté des explosifs eux-mêmes pour améliorer encore la situation et réduire les chances d'inflammation des mélanges dangereux qui, avons-nous vu, sont toujours à redouter si bien qu'on fasse.

b) Le bourrage extérieur. — Les résultats généraux des expériences. leur importance.

Préoccupés de cette idée, nous avons pensé, nos collaborateurs et nous-même, que la *schistification* pouvait nous apporter de nouveaux aliments de sûreté.

Laissant à nos collègues étrangers le soin de poursuivre dans leurs grandes galeries, leurs intéressantes études et expériences visant tout spécialement la propagation des explosions, expériences dont nous avons, plusieurs fois déjà, engagé nos exploitants à utiliser les résultats pratiques, nous nous sommes appliqués à la recherche des nouveaux moyens d'empêcher l'explosion initiale.

L'un des ces moyens, suggéré par notre collaborateur M. l'Ingénieur principal Lemaire, est l'emploi, à l'orifice

du fourneau de mine, de poussières incombustibles destinées à l'étouffement et au refroidissement des flammes résultant de la détonation des explosifs.

Ces poussières sont simplement déposées en tas ou accumulations au devant de l'orifice du fourneau, de façon à masquer complètement le dit orifice. Elles sont soulevées par l'explosion même de la charge.

Nous avons appelé *bouillage extérieur* ces accumulations.

Ce sont les premières expériences tentées dans cet ordre d'idées qui font l'objet de la présente notice. Nous en laissons, dans les chapitres suivants, l'exposé à M. Lemaire que nous avons chargé de leur exécution.

Ces expériences ne sont pas terminées encore, le transfert partiel de notre siège d'expériences sur un autre terrain que la Compagnie des Charbonnages belges a bien voulu mettre à notre disposition en un endroit plus favorable, est, en partie, la cause de cette non terminaison, le grisou nous faisant défaut pendant ce transfert. Mais nous n'avons pas voulu attendre davantage pour porter à la connaissance des personnes intéressées les résultats de nos recherches, ces résultats étant déjà susceptibles, croyons-nous, d'applications pratiques, qui renforceront encore la sécurité des mines.

Les essais ont été faits avec des explosifs choisis à dessein parmi les plus dangereux et, à chaque série d'expériences, on avait soin d'en vérifier le danger par une expérience préalable sans *bouillage extérieur*.

Les charges d'explosifs ont été poussées jusque 700 grammes de dynamite gomme n° 1 et de 910 grammes pour l'explosif Favier n° 1. La charge était tirée sans bouillage, dans le sens ordinaire du mot. Les poussières incombustibles ont consisté en schistes broyés, en craie pulvérisée et en sable.

La quantité de ces ingrédients était proportionnée à l'importance de la charge.

On peut voir par les résultats des essais qu'un bouillage extérieur de 3 kilogrammes de poussières, et même moindre, a empêché l'inflammation de poussières de charbon par la charge maximum de 700 grammes de dynamite n° 1 et qu'un bouillage de 4 kilogrammes a empêché l'inflammation des poussières de charbon par des charges allant jusque 910 grammes d'explosif Favier n° 1 extra.

Les essais vis-à-vis du grisou n'ont pas été effectués jusqu'ici avec des charges supérieures à 400 grammes de dynamite n° 1. Il n'y a eu aucune inflammation avec des bouillages extérieurs de 4 et même de 2 kilog. — Mais, nous le répétons, les essais ont encore été en petit nombre.

Nous ferons remarquer qu'il est essentiel que les poussières composant le bouillage extérieur **ne contiennent pas de matières charbonneuses**. Quelques essais effectués avec des cendres de chaudières contenant encore une certaine proportion de charbon ont abouti à des inflammations.

Bien que nos expériences ne soient pas encore terminées, nous croyons qu'il n'est pas trop téméraire d'affirmer dès à présent qu'il en résulte la connaissance d'un moyen nouveau d'accroître très notablement la sécurité des ouvriers à l'égard des explosions pouvant résulter du tir des mines.

Nous nous empressons de déclarer que, dans notre pensée, ce moyen **ne doit pas être substitué** à l'emploi des explosifs de sûreté, mais bien **être superposé** à celui-ci, ainsi d'ailleurs qu'aux autres précautions déjà maintes fois recommandées.

Nous insistons sur l'extrême facilité de son emploi. L'accumulation à l'orifice d'un fourneau de mine préparé, chargé et bourré à la façon ordinaire, d'une petite quantité de poussières incombustibles déposée soit à partir du sol,

soit sur une saillie ou un support quelconque, est une opération fort simple.

On remarquera que, de même que nos expériences précédentes, celles-ci ne s'appliquent qu'à des mines « faisant canon » complètement ou partiellement.

Mais ce sont les mines les plus dangereuses.

On peut compléter la précaution en jonchant de poussières incombustibles le banc à détacher, de façon à ce que les flammes s'échappant éventuellement de fissures se formant en arrière de l'orifice, flammes incomparablement moins dangereuses d'ailleurs que celles sortant d'une mine faisant canon, rencontrent partout des poussières incombustibles qui les étoufferont et les refroidiront avant qu'elles aient pu enflammer les accumulations de grisou ou de poussières qui peuvent éventuellement se trouver ou se former dans le voisinage.

Nous pensons d'ailleurs qu'il nous sera possible bientôt d'étudier la chose expérimentalement.

Mais encore une fois, nous n'avons pas voulu différer la publication des résultats obtenus, persuadé que nous sommes qu'ils sont de nature à rendre des services dans la cause de la sécurité des ouvriers mineurs.

Bruxelles, septembre 1911.

V. WATTEYNE.

II.

Les expériences.

a) Indication du procédé. — Estimation des quantités de poussières nécessaires.

Les bourrages extérieurs de sûreté, qui ont été expérimentés, étaient formés de poussières incombustibles déposées à l'orifice du fourneau de mine, de manière à masquer complètement celui-ci. Le but poursuivi, en employant de tels bourrages, est d'obtenir, au moment où la mine fait canon, la formation d'un nuage très dense de poussières incombustibles, dans lequel les gaz chauds soient intimement mêlés à la matière pulvérulente. Cette matière, très divisée, pénétrée de toute part par les gaz de l'explosion, absorbe la chaleur de ces gaz et abaisse leur température. Au refroidissement résultant de la détente des gaz, s'ajoute un refroidissement par mélange, c'est-à-dire par contact intime des gaz et des poussières incombustibles. Une autre partie de la chaleur dégagée par l'explosion, est absorbée par le travail de projection de la masse poussiéreuse.

On peut obtenir une indication sur la quantité de poussières incombustibles à employer comme bourrage extérieur, en déterminant, par le calcul, la quantité de poussières nécessaire pour absorber par échauffement direct et sans que leur température dépasse une limite donnée, la chaleur dégagée par l'explosion d'un poids donné d'explosif.

Si on s'impose la condition que la température des poussières incombustibles ne dépasse pas 600°, ce qui

semble offrir toute sécurité, la quantité de poussières nécessaire est donnée par l'expression

$$P = \frac{Q}{600 C.}$$

dans laquelle :

P est le poids de poussières incombustibles exprimé en kilogrammes ;

C la chaleur spécifique des poussières incombustibles ;

Q la quantité de chaleur, exprimée en grandes calories, dégagée par la détonation de la charge d'explosif, déduction faite de la quantité de chaleur nécessaire pour élever à 600° la température des produits de l'explosion.

Il n'a pas été tenu compte dans cette formule approximative de la température des poussières incombustibles avant l'explosion.

Les poussières incombustibles qui ont été essayées sont le schiste, la craie et le sable. La chaleur spécifique de ces matières peut être évaluée à 0.20 en chiffres ronds.

La formule ci-dessus devient donc pour ces matières :

$$P = \frac{Q}{120}$$

Pour autant qu'on puisse en juger par les essais effectués jusqu'à présent, on évite facilement les inflammations de poussières de charbon, en employant comme bourrage extérieur les quantités de poussières incombustibles données par cette formule. Celle-ci ne tient pas compte de la chaleur absorbée par le travail de la détente des gaz et par le travail de projection des poussières incombustibles; les chiffres qu'elle donne sont donc évidemment trop élevés.

b) Essais en présence de poussières de charbon.

1° *Indications générales.*

Ces essais ont été faits dans la galerie de 2 mètres carrés de section et de 30 mètres de longueur, au moyen de deux explosifs qui allument facilement les poussières de charbon : la Dynamite gomme n° 1 de la Compagnie de la Forcite et le Favier n° 1 extra. Il suffit ordinairement de deux cartouches de ces explosifs, tirées au mortier sans bourrage, pour enflammer les poussières mises en suspension.

Les charges d'explosifs ont été tirées, sans bourrage intérieur, dans des mortiers de 55 ou de 70 millimètres de diamètre et dont l'axe se trouvait à 0^m40 au-dessus du sol de la galerie. Les poussières incombustibles, constituant le bourrage extérieur, étaient déposées sur une planche de 0^m25 de largeur, mise en travers de la galerie et arasant le fourneau de mine.

Au début des essais, les poussières incombustibles étaient maintenues en place, devant le fourneau de mine, par deux planchettes clouées verticalement sur la planche ci-dessus, de part et d'autre du fourneau, et par une feuille de carton d'amiante reliant ces deux planchettes, mais il a été reconnu dans la suite, qu'on arrivait au même résultat en formant un cône d'éboulement avec ces poussières contre le mortier. Le sommet de ce cône s'élevait généralement à 10 ou 15 centimètres au-dessus du fourneau.

Les essais ont été faits en présence de poussières de charbon à 20-22, 25 et 35-36 % de matières volatiles.

Ces poussières étaient simplement déposées sur le sol ou mises en suspension dans la galerie ; on déposait parfois une certaine quantité de poussières de charbon sur la planche supportant le bourrage extérieur. Dans certains essais, on a cherché à se rapprocher du cas d'une mine

battue au ras du sol, en disposant, à hauteur du fourneau, un plancher sur lequel on disposait les poussières de charbon.

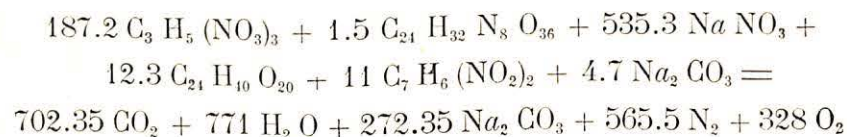
2° *Essais avec la Dynamite gomme n° 1.*

Cette dynamite a la composition suivante :

Nitroglycérine.	42.50 %
Nitro-coton.	1.50 »
Nitrate de soude	45.50 »
Farine de bois	3.00 »
Farine de blé	5.00 »
Binitrotoluène.	2.00 »
Sel de soude	0.50 »

La puissance de cet explosif est légèrement inférieure à celle de la Dynamite n° 1 à 75 % de nitroglycérine et 25 % de silice ; avec 11 grammes de Dynamite gomme n° 1 on produit au bloc de plomb la même excavation qu'avec 10 grammes de Dynamite n° 1.

La décomposition de la Dynamite gomme en question peut se faire suivant l'équation :



D'après cette équation, la quantité de chaleur dégagée par la détonation d'un kilogramme de cet explosif est de 948 calories. La quantité de chaleur nécessaire pour porter à 600° la température des gaz produits par ce poids d'explosif est de 146 calories.

Le tableau n° 1, en annexe, donne le détail des essais effectués avec des bourrages extérieurs constitués soit de

schiste calciné, soit de craie, soit de sable fin ou grossier, et des charges de dynamite gomme n° 1 qui ont varié de 200 à 700 grammes. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau A.

TABLEAU A.

Dynamite Gomme N° 1.

ESSAIS EN PRÉSENCE DES POUSSIÈRES DE CHARBON.

Charges de dynamite Gomme n° 1 grammes	Poids de poussières incombustibles à employer d'après la formule $P = \frac{Q}{120}$ kilogrammes	Poids de poussières incombustibles ayant empêché les inflammations de poussières de charbon kilogrammes	Poids de poussières incombustibles n'ayant pas empêché les inflammations de poussières de charbon kilogrammes
200	1.3	2.0 — 1.0 — 0.5	—
300	2.0	4.0 — 1.0	0.5
400	2.6	4.0 — 3.2 — 2.6 — 2.4	—
500	3.3	4.0 — 3.0 — 2.4 — 1.8 — 1.6	0.8
600	4.0	4.0 — 3.0 — 2.0 — 1.5	—
700	4.6	3.0 — 1.5	—

Il est à remarquer que la charge de 700 gr. de dynamite gomme n° 1 dépasse largement, comme puissance, la charge limite de 900 grammes des meilleurs explosifs de sûreté.

L'examen du tableau n° 1 et du tableau A montre qu'il ne faut pas une bien grande quantité de poussières incombustibles, employées comme bourrage extérieur, pour empêcher l'inflammation des poussières de charbon par un coup de mine débouillant.

D'après la formule qui a été donnée ci-dessus, le poids du bourrage extérieur pour une charge de 600 grammes de dynamite gomme n° 1 doit être de

$$\frac{0.6 (948 - 146)}{120} = 4.0 \text{ kilogrammes}$$

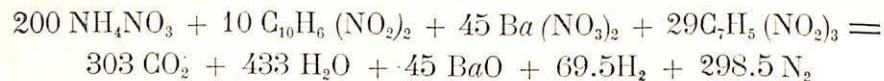
L'expérience montre que ce poids, relativement faible de poussières incombustibles est largement suffisant et que même avec 2 kilogrammes, et moins encore, de ces poussières les inflammations de poussières de charbon ont été évitées pour cette charge d'explosif.

3° Explosif Favier n° 1 extra.

Cet explosif a la composition suivante :

Nitrate d'ammoniaque	44.00 %
Binitronaphtaline	6.00 %
Nitrate de baryte	32.00 %
Trinitrotoluène	18.00 %

L'équation de décomposition de cet explosif peut s'exprimer comme suit :



D'après cette équation, la quantité de chaleur dégagée par la détonation d'un kilogramme de cet explosif est de 849 calories et la quantité de chaleur absorbée pour porter à 600° la température des gaz produits par ce poids d'explosif est de 143 calories. La charge de cet explosif qui correspond comme puissance à 10 grammes de dynamite n°1 est de 12.9 grammes.

Les tableaux nos 2 et 3, en annexe, donnent le détail des essais effectués avec le Favier n° 1 extra, pour des charges qui ont varié de 2 à 8 cartouches de 100 grammes. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau B.

TABLEAU B.

Explosif Favier N° 1 extra.

ESSAIS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES DE CHARBON.

Nombre de cartouches	Charges de Favier n° 1 extra		Poids de poussières incombustibles à employer d'après la formule $P = \frac{Q}{120}$	Poids de poussières incombustibles ayant empêché les inflammations de poussières de charbon	Poids de poussières incombustibles n'ayant pas empêché les inflammations de poussières de charbon	OBSERVATIONS
	Poids grammes		kilogrammes	kilogrammes	kilogrammes	
2	220		1.2	1.0		Dans deux essais effectués avec des charges de 645 et 650 gr. et un bourrage extérieur formé de 3 kilos de cendres de chaudières à 18 % de charbon, les poussières de charbon ont été allumées.
4	420		2.3	1.0		
6	625 à 650		3.5	3.0 — 1.0		
7	720		4.1	4.5		
8	770 à 910		4.7	4.0—3.0—2.4	1.0—2.0—3.0	

On voit qu'en employant comme bourrage extérieur les quantités de poussières incombustibles données par la formule ci-dessus, on évite facilement les inflammations de poussières de charbon par les coups de mine débouffants.

Pour la charge de 800 grammes de l'explosif en question, le poids du bourrage extérieur doit être de

$$\frac{0.8 (849 - 143)}{120} = 4.7 \text{ kilogrammes}$$

Il a suffi d'un bourrage de 4 kilogrammes pour empêcher l'inflammation des poussières par des charges d'explosif allant jusque 910 grammes ; mais les poussières de charbon se sont allumées avec la charge de 885 grammes, quand on a abaissé à 3 kilogrammes le poids du bourrage extérieur, et avec la charge de 835 grammes quand on a réduit ce bourrage à 2 kilogrammes.

c) Essais en présence du grisou.

Le tableau n° 4 (en annexe) donne le détail des essais effectués en présence du grisou. Ces essais, très peu nombreux jusqu'à présent, ont été faits au moyen de dynamite gomme n° 1. Il suffit d'une cartouche de 100 grammes ou d'une demi cartouche de cet explosif pour allumer le grisou.

Les charges employées n'ont pas dépassé 400 grammes.

En employant un bourrage extérieur de 2 kilogrammes, le mélange d'air et de grisou à son maximum d'explosibilité n'a pas été enflammé par cette charge d'explosif.

EM. LEMAIRE.

Mons, août 1911.

ANNEXES

TABLEAU N° 1.

Dynamite gomme N° 1 de la Compagnie de la Forcite.

ESSAIS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES DE CHARBON.

Mortier de 55 ^m/_m.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge d'explosif	Poids de poussières de charbon par mètre cube grammes	Teneur en matières volatiles des poussières de charbon %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	200	1 + 1	165	20 à 22	»	»	●	Les poussières de charbon avaient été mises en suspension dans la galerie.
2	200	1 + 1	165	20 à 22	Schistes rouges	2.0	○	Les poussières de schistes avaient été placées sur une planche devant le canon et formaient un tas d'environ 10 centimètres d'épaisseur, 10 centimètres de largeur et 22 centimètres de hauteur, maintenus latéralement par 2 planchettes verticales et sur le devant par un morceau de carton d'amiante. Les poussières de charbon avaient été mises en suspension dans la galerie.
3	200	1 + 1	165	20 à 22	»	»	●	Même disposition de planches que pour l'essai 2, mais sans poussières de schistes.
4	200	1 + 1	165	20 à 22	Schistes rouges	1.0	○	Même disposition que pour l'essai 2; les poussières de schistes formant un tas de 5 centimètres d'épaisseur, 10 centimètres de largeur et 22 centimètres de hauteur. Les poussières de charbon avaient été mises en suspension dans la galerie.
5	200	1 + 1	165	20 à 22	Schistes rouges	1.0	○	Les poussières de schistes sont simplement déposées sur une planche contre le mortier et forment un cône d'éboulement dont le sommet s'élève à 10 centimètres au-dessus de la planche. Celle-ci arrase le fourneau du mortier. Poussières de charbon en suspension.
	200	1 + 1	165	20 à 22	Schistes rouges	0.5	○	Même disposition que pour l'essai n° 5 et même résultat. Poussières de charbon en suspension.
7	300	1 + 1 + 1	165	20 à 22	Schistes rouges	1.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 4 et même résultat. Poussières de charbon en suspension.
8	300	1 + 1 + 1	165	20 à 22	Schistes rouges	1.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 5 et même résultat. Poussières de charbon en suspension.
9	300	1 + 1 + 1	165	20 à 22	Schistes rouges	0.5	●	Même disposition que pour l'essai n° 5. Poussières de charbon en suspension.
10	300	1 + 1 + 1	535	20 à 22	»	»	●	On met 1,270 grammes de poussières de charbon sur une planche de 40 centimètres de largeur et 120 centimètres de longueur, placée au niveau du fourneau du mortier.

TABLEAU N° 1 (Suite)

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram. ^m	Disposition de la charge d'explosif	Poids de poussières de charbon par mètre cube grammes	Teneur en matières volatiles de poussières de charbon %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
11	100	1	535	20 à 22	»	»	●	Même disposition que pour l'essai n° 10 et même résultat.
12	300	1 + 1 + 1	535	20 à 22	Schistes rouges	4 0	○	Même disposition que pour l'essai n° 10, mais on place devant le fourneau du mortier un tas de 4 kilog. de poussières de schistes maintenu latéralement par 2 planchettes.
13	200	1 + 1	320	20 à 23	»	»	○	Une planche arrase le fourneau du mortier, comme pour les essais précédents, mais on n'y dépose pas de poussières de schistes. Les poussières de charbon ne sont pas mises en suspension mais simplement déposées sur le sol de la galerie.
14	300	1 + 1 + 1	320	20 à 22	»	»	●	Même disposition que pour l'essai n° 13.
15	400	1 + 1 + 1 + 1	320	20 à 22	Schistes rouges	4.0	○	Les poussières de charbon sont simplement déposées sur le sol. Les poussières de schistes sont placées sur une planche qui arrase le fourneau et y forment un cône d'éboulement.
16	400	1 + 1 + 1 + 1	320	20 à 22	Craie	3.2	○	Même disposition que pour l'essai n° 15 et même résultat.
17	400	1 + 1 + 1 + 1	320	20 à 22	Sable fin sec	2.6	○	Même disposition que pour les essais nos 15 et 16 et même résultat.
18	400	1 + 1 + 1 + 1	320	26	Craie	2 4	○	Même disposition que pour les essais précédents 15, 16 et 17 et même résultat.
19	400	1 + 1 + 1 + 1	»	26	Craie	2.4	○	On place en long, à hauteur du fourneau du mortier, une planche de 1 mètre de longueur et de 40 centimètres de largeur sur laquelle on dispose 640 grammes de poussières de charbon. On dispose, en face du fourneau, un tas de craie de 2 kilogr. 400 formant cône d'éboulement. On met de plus des poussières de charbon en suspension dans l'air à raison de 200 grammes par mètre cube.
20	200	1 + 1	»	26	»	»	●	Même disposition que pour l'essai précédent, mais sans poussières incombustibles.
21	500	2 + 1 + 1 + 1	»	26	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 19 et même résultat.
22	500	2 + 1 + 1 + 1	200	26	Craie	2.4	○	Les poussières de charbon avaient été mises en suspension dans la galerie. Les poussières de craie sont placées sur une planche qui arrase le fourneau du mortier et forment un cône d'éboulement devant ce fourneau.
23	500	2 + 1 + 1 + 1	200	26	Craie	2.4	○	Même disposition que pour l'essai n° 22.

TABLEAU N° 1 (Suite)

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gramm.	Disposition de la charge d'explosif	Poids de poussières de charbon par mètre cube grammes	Teneur en matières volatiles de poussières de charbon %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
24	500	2 + 1 + 1 + 1	320	26	Craie	1.6	○	Même disposition que pour l'essai n° 22, mais les poussières de charbon sont simplement disposées sur le sol de la galerie.
25	500	2 + 1 + 1 + 1	200	26	Cendres de chaudières	3.0	○	Les poussières de charbon avaient été mises en suspension dans l'air. Même disposition que pour l'essai n° 22.
26	500	2 + 1 + 1 + 1	200	26	Craie	1.6	○	Poussières de charbon en suspension. Même disposition que pour l'essai n° 22.
27	500	2 + 1 + 1 + 1	200	26	Schistes rouges	1.8	○	Poussières de charbon en suspension. Même disposition que pour l'essai n° 22.
28	500	2 + 1 + 1 + 1	200	26	Sable grossier sec	3.0	○	id.
29	500	2 + 1 + 1 + 1	200	26	Craie	0.8	●	id.
30	500	2 + 1 + 1 + 1	200	26	Schistes rouges	0.8	●	id.
31	500	2 + 1 + 1 + 1	200 au moins	26	Schistes rouges	4.0	○	Les poussières de schistes sont placées sur une planche de 25 centimètres de largeur mise en
32	500	2 + 1 + 1 + 1	320 au moins	26	Schistes rouges	4.0	○	travers de la galerie et arrasant le fourneau du mortier. Elles forment un cône d'éboulement. On étend 600 grammes de poussières de charbon, sur la planche de chaque côté du bourrage de schistes. On met de plus des poussières de charbon en suspension dans la galerie, à raison de 200 grammes par mètre cube.
33	600	2 + 2 + 1 + 1	200 au moins	26	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 31.
34	600	2 + 2 + 1 + 1	320 au moins	26	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 32.
35	600	2 + 2 + 1 + 1	550	26	Schistes rouges	4.0	○	On dispose en long, au niveau du fourneau du mortier, un plancher de 2m40 de longueur et de 0m60 de largeur sur lequel on étend 2 kilog. 700 de poussières de charbon. Les poussières de schistes forment un cône d'éboulement devant le canon.
36	600	2 + 2 + 1 + 1	550	26	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 35, seulement une partie des poussières de charbon est mise en suspension avant le tir.
37	600	2 + 2 + 1 + 1	275	35	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 22.

TABLEAU N° 1 (Suite)

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge d'explosif	Poids de poussières de charbon par mètre cube grammes	Teneur en matières volatiles de poussières de charbon %	Nature des poussières incombustibles	Poids des poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
38	600	2 + 2 + 1 + 1	340	35	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 22.
39	600	2 + 2 + 1 + 1	200 au moins	35	Schistes rouges	4.0	○	Les poussières de charbon ont été mises en suspension dans la galerie et on a déposé en plus 350 grammes de poussières sur la planche de chaque côté du bourrage.
40	600	2 + 2 + 1 + 1	200	35	Schistes rouges	3.0	○	Poussières de charbon mises en suspension.
41	600	2 + 2 + 2	275	35	Schistes rouges	2.0	○	Id.
42	600	2 + 2 + 2	275	35	Schistes rouges	1.5	○	Id.
43	700	2 + 2 + 2 + 2/2	275	35	Schistes rouges	3.0	○	Id.
44	700	2 + 2 + 2 + 2/2	275	35	Schistes rouges	1.5	○	Id.

TABLEAU N° 2.

Explosif Favier N° 1 extra.

ESSAIS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES DE CHARBON.

Mortier de 55 m/m.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge d'explosif	Poids de poussières de charbon par mètre cube grammes	Teneur en matières volatiles des poussières de charbon %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	220	2	200	20 à 22	»	»	●	Poussières de charbon mises en suspension dans la galerie.
2	220	2	200	20 à 22	»	»	○	Même disposition que pour l'essai n° 1.
3	220	2	200	26	»	»	●	Id.
4	220	2	320	20 à 22	»	»	●	Poussières de charbon simplement déposées sur le sol.
5	420	2 + 2	320	20 à 22	»	»	●	Id.
6	220	2	200	20 à 22	Schistes rouges	1.0	○	Poussières de charbon mises en suspension dans la galerie. Poussières de schistes déposées sur une planche de 25 centimètres de largeur, mise en travers de la galerie et arrasant le fourneau de mine. Ces poussières forment un cône d'éboulement sur cette planche, devant le fourneau.

TABLEAU N° 2 (Suite).

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge d'explosif	Poids de poussières de charbon par mètre cube grammes	Teneur en matières volatiles de poussières de charbon %	Nature des poussières incombustibles	Poids des poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
7	420	2 + 2	200	20 à 22	Schistes rouges	1.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 6.
8	650	2 + 2 + 2	200	20 à 22	Schistes rouges	1.0	○	Id.
9	650	2 + 2 + 2	320	20 à 22	Schistes rouges	3.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 6 sauf que les poussières de charbon ont été simplement déposées sur le sol de la galerie.
10	650	2 + 2 + 2	320	20 à 22	Cendres de chaudières à 18 % de charbon	3.0	●	Même disposition que pour l'essai n° 9. Les cendres de chaudières employées renfermaient 18 % de charbon d'après analyse.
11	865	2 + 2 + 2 + 2	200	20 à 22	Schistes rouges	1.0	●	Même disposition que pour l'essai n° 6.
12	835	2 + 2 + 2 + 2	200	26	Schistes rouges	2.0	●	Id.
13	835	2 + 2 + 2 + 2	200	26	Schistes rouges	3.0	○	Id.
14	885	2 + 2 + 2 + 2	200	26	Craie	2.4	○	Id.
15	910	2 + 2 + 2 + 2	320	20 à 22	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 9.
16	885	2 + 2 + 2 + 2	320 au moins	20 à 22	Schistes rouges	3.0	●	Même disposition que pour l'essai n° 9, mais on a mis de plus 200 grammes de poussières de charbon sur la planche de chaque côté du bourrage de schistes.
17	775	2 + 2 + 2 + 2	275 au moins	25	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 6; on a mis de plus 350 grammes de poussières de charbon sur la planche de part et d'autre du bourrage de schistes.
18	770	2 + 2 + 2 + 2	320 au moins	25	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 9, mais on a mis de plus 500 grammes de poussières de charbon sur la planche de part et d'autre du bourrage de schistes.
19	800	2 + 2 + 2 + 2	200 au moins	35	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 6, mais on a mis de plus 680 grammes de poussières de charbon sur la planche de part et d'autre du bourrage de schistes.
20	820	2 + 2 + 2 + 2	200	35	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 6.
21	835	2 + 2 + 2 + 2	320 au moins	35	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 16.
22	805	2 + 2 + 2 + 2	200 au moins	35	Sable grossier	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 6, mais on a mis de plus 350 grammes de poussières de charbon sur la planche de part et d'autre du bourrage.

TABLEAU N° 3.

Explosif Favier N° 1 extra.

ESSAIS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES DE CHARBON.

Mortier de 70 m/m.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge d'explosif	Poids de poussières de charbon par mètre cube grammes	Teneur en matières volatiles de poussières de charbon %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	200	1 + 1	165	20 à 22	»	»	●	Les poussières de charbon avaient été mises en suspension dans la galerie.
2	625	1+1+1+1+1+1	165	20 à 22	Schistes rouges	2.0	○	Les poussières de charbon avaient été mises en suspension dans la galerie. Les poussières de schistes étaient déposées sur une planche qui arrasait le fourneau de mine et formaient un cône d'éboulement devant ce fourneau. Pas d'inflammation; on aperçoit toutefois une lueur à la quatrième fenêtre de la galerie.
3	650	1+1+1+1+1+1	165	20 à 22	Schistes rouges	3.0	○	Poussières de charbon en suspension. Le tas de poussières de schistes mesure 14 centimètres de largeur, 12 centimètres d'épaisseur devant le mortier et 17 centimètres de hauteur. Il est maintenu latéralement par 2 planchettes et par un morceau de carton d'amiante sur le devant.
4	645	1+1+1+1+1+1	165	20 à 22	Cendres de chaudière de 18 à 19 % de charbon	3.0	●	Même disposition que pour l'essai n° 3: les poussières de cendres de chaudières renfermaient de 18 à 19 % de charbon d'après analyse.
5	720	1+1+1+1+1+1+1	165	20 à 22	Sable grossier sec	4.5	○	Même disposition que pour l'essai n° 2.

TABLEAU N° 4.
Dynamite gomme N° 1.

ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram	Disposition de la charge d'explosif	Proportion de grisou dans l'air %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	100	1	8	»	»	●	Inflammation du grisou. Mortier de 70 millimètres.
2	200	1 + 1	8	Schistes rouges	3.0	○	Les poussières de schistes sont déposées sur une planche qui arrase le fourneau et forme un cône d'éboulement devant ce fourneau. Mortier de 70 millimètres.
3	300	1 + 1 + 1	8	Schistes rouges	2.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 2. Mortier de 70 millimètres.
4	400	1 + 1 + 1 + 1	8	Schistes rouges	4.0	○	Même disposition que pour l'essai n° 2. Mortier de 55 millimètres
5	400	1 + 1 + 1 + 1	8	Schistes rouges	2.0	○	Id.