

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

Siège d'expériences de Frameries

LE BOURRAGE EXTÉRIEUR

EN

POUSSIÈRES INCOMBUSTIBLES

(DEUXIÈME 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.

Nous avons, en septembre 1911, publié une première note (1) sur un mode spécial d'emploi de poussières incombustibles, imaginé et expérimenté à Frameries, pour renforcer la sécurité dans le tir des mines et empêcher ainsi la première inflammation par les flammes des explosifs, tant du grisou que des poussières charbonneuses.

Ce procédé auquel nous avons donné le nom de *bourrage extérieur*, nous avait dès lors donné des résultats très satisfaisants, et l'on pouvait déjà présumer que, superposé aux autres précautions, notamment à l'emploi des explosifs

(1) Le Bourrage extérieur en poussières incombustibles (1^{re} note), *Ann. des Mines de Belgique*, t. XVI, 1911, 4^{me} liv.

S. G. P., avec les *charges-limites* déterminées à Frameries, il contribuerait à rendre la redoutable opération du minage, sinon absolument sûre, du moins incomparablement moins dangereuse qu'elle ne l'était précédemment.

Bien que nos expériences fussent encore en petit nombre, il nous avait paru utile à la sécurité des mines de le signaler immédiatement, nous réservant de compléter nos essais.

Ces essais ont été poursuivis et, quoique de nouvelles expériences soient encore en cours d'exécution, nous croyons devoir faire connaître dans une deuxième note, en quoi ont consisté celles auxquelles nous avons procédé depuis notre première publication et les résultats qu'elles ont donnés.

Disons de suite que ces résultats confirment pleinement ceux auxquels nous étions arrivés tout d'abord et l'on peut dire dès à présent, que ce procédé, déjà, croyons-nous, entré dans la pratique dans certains charbonnages, eu égard à son extrême simplicité, donne un moyen nouveau et pratique d'éviter, dans une large mesure, le danger de l'emploi des explosifs au point de vue des explosions que cet emploi peut engendrer.

Dans la présente notice nous exposerons, en premier lieu, la suite des essais que nous avons effectués depuis le mois de septembre 1911, sur l'emploi de notre procédé vis-à-vis des mines débouffantes, ou « faisant canon », d'abord avec le dispositif tel que nous l'avons indiqué, ensuite avec une variante, proposée, à la suite de notre première note, par une firme allemande.

Nous ferons ensuite connaître des essais, encore incomplets, ayant pour objet de rechercher ce qui advient du tir des mines quand celles-ci ne font pas canon.

Nous dirons aussi quelques mots de la galerie que nous avons entreprise, au début de 1912, au bois de Colfontaine, dans le but de serrer de plus près les conditions de la pratique.

Enfin, nous signalerons dans un dernier chapitre, un autre procédé que nous commençons à expérimenter et qui constitue un nouvel emploi de la schistification pour assurer la sécurité du tir des mines. Nous l'appelons : *la schistification intérieure*.

Auparavant nous croyons devoir rappeler, en quelques lignes, en quoi consiste le bourrage extérieur.

Ainsi que nous l'avons exposé précédemment, le *bourrage extérieur* consiste dans le dépôt d'une certaine quantité de poussières incombustibles devant l'orifice du fourneau de mine, de manière à masquer complètement celui-ci.

La quantité de ces poussières nécessaire pour empêcher qu'une mine faisant canon allume le grisou ou les poussières de charbon, est relativement peu importante et se réduit à quelques kilogrammes. Elle varie avec la charge d'explosif.

Dans notre première note, nous avons proposé pour la détermination de cette quantité la formule :

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

dans laquelle

P est le poids de poussières incombustibles, exprimé en kilogrammes ;

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.

Pour simplifier les calculs on pourrait employer la formule suivante :

$$P = 1 + 5 p$$

dans laquelle

P est le poids de poussières incombustibles exprimé en kilogrammes ;

p le poids de la charge d'explosif exprimé en kilogrammes.

L'inspection des tableaux I à IV annexés à la présente note montre que les quantités données par cette formule, sont très largement suffisantes.

Au moment où la mine fait canon, les poussières incombustibles sont violemment mises en suspension dans l'air et forment un nuage très dense dans lequel les gaz chauds sont très intimement mêlés à la matière pulvérulente. Cette matière, très divisée, pénétrée de toutes parts par les gaz de l'explosion, absorbe la chaleur de ces gaz et abaisse leur température ; elle joue le rôle d'étouffoir.

Le nuage très dense de poussières incombustibles forme en tous cas un milieu très peu favorable au développement d'une inflammation de grisou ou de poussières de charbon, en raison de la grande quantité de chaleur qu'il peut absorber sans que sa température atteigne le rouge.

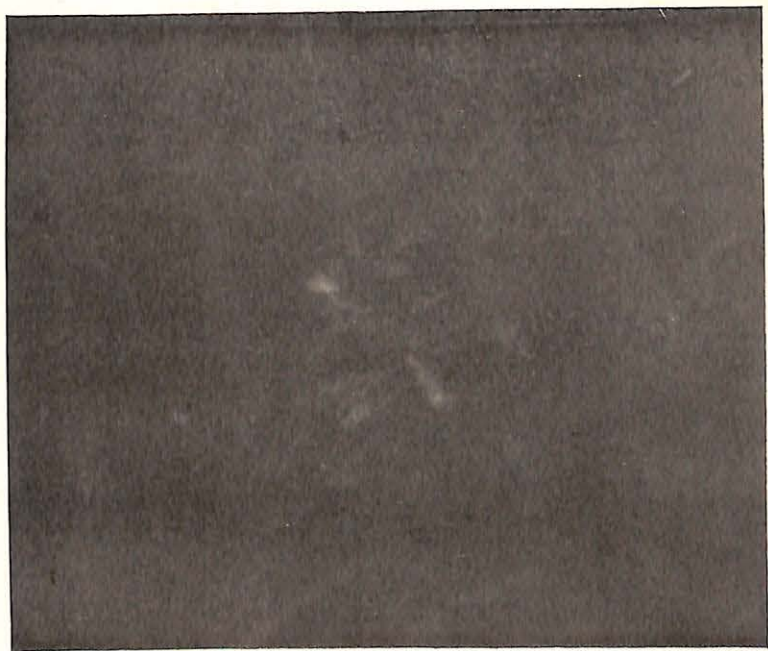
Enfin le travail de projection de cette masse de poussières absorbe une partie de la chaleur des gaz de l'explosion.

La photographie n° 1, prise à 10 mètres de l'orifice du fourneau, donne une idée de ce qui reste de la flamme.

Nous plaçons en regard, pour faciliter la comparaison, la photographie n° 2, exécutée à la même échelle, et qui montre la flamme produite par la même charge du même explosif tirée sans bourrage extérieur.



Photographie n° 2. — 6 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier. — Pas de bourrage extérieur.



Photographie n° 1. — 6 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier. — 4 kilogs de bourrage extérieur.

I. — Mines débourrantes.

a) Dispositif avec le cône de poussière.

Nos premiers essais avaient porté surtout sur des atmosphères poussiéreuses. Ils avaient été assez complets sous ce rapport.

Aussi, cette fois, nous nous sommes attachés spécialement à des essais sur des atmosphères grisouteuses.

Comme précédemment, nous avons opéré à dessein avec des explosifs dangereux au point de vue de l'inflammation de mélanges grisouteux.

Nous avons choisi deux explosifs à base de nitroglycérine, un explosif à base de coton-poudre et un dernier, à base de nitrate d'ammonium.

Pour les trois premiers, nous n'avons pas dépassé la charge de 600 grammes, qui constitue déjà une dure épreuve pour les mortiers d'acier et qui dépasse déjà comme puissance la charge de 900 grammes des explosifs S. G. P.

1° *Essais avec la dynamite gomme n° 1.*

Nous rappelons que cet explosif, dont nous avons déjà fait usage dans nos premiers essais, a la composition suivante :

Nitroglycérine	42.5 %
Nitro-coton	1.5 »
Nitrate de sodium	45.5 »
Farine de bois	3.0 »
Farine de blé	5.0 »
Binitrotoluène	2.0 »
Carbonate de sodium	0.5 »
	<hr/>
	100.0 »

L'explosion d'une cartouche de 100 grammes de cet explosif, tirée au mortier d'acier, allume facilement le grisou.

Le tableau I donne le détail des essais.

L'examen de ce tableau montre qu'un poids de poussières incombustibles égal à cinq fois le poids de la charge d'explosif, est suffisant pour empêcher l'inflammation des mélanges grisouteux les plus faciles à allumer.

Si l'on réduit le poids de poussières incombustibles à deux ou trois fois le poids de la charge d'explosif, on aperçoit une lueur ou une flamme à la première fenêtre de la galerie d'essais, mais l'inflammation ne se propage pas.

Il importe que les poussières incombustibles soient bien pulvérisées, comme le montre l'essai n° 13, effectué avec du sable grossier.

TABEAU I. — ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU. — EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	100	1	8	»	»	●	Inflammation du grisou.
2	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.4	○	Les poussières de schistes sont déposées sur une planche qui arrase le fourneau et forme un cône d'éboulement devant ce fourneau. Pas d'inflammation.
3	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
4	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
5	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
6	100	1	8	»	»	●	Inflammation du grisou.
7	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Même disposition que pour l'essai 2. Pas d'inflammation du grisou.
8	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
9	600	2+2+2	7.9	Schistes rouges	3.0	○	Pas d'inflammation du grisou.
10	600	2+2+2	8	Schistes rouges	1.8	○	Lueur à la première fenêtre de la galerie.
11	100	2+2+2	7.8	Schistes rouges	1.0	○	Flammes à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
12	200	2	8	Schistes rouges	1.0	○	Pas d'inflammation du grisou, pas de lueur.
13	600	2+2+2	8.1	Sable grossier	3.0	○	Flamme à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
14	200	2	8	Sable grossier	2.0	○	Pas d'inflammation du grisou, pas de lueur.

2° *Essais avec la dynamite gélatine.*

Cet explosif a la composition suivante :

Nitroglycérine gélatinisée	40.0 %
Nitrate de sodium	43.0 »
Cellulose	16.5 »
Carbonate de sodium	0.5 »
	<hr/>
	100.0 »

On allume facilement le grisou avec une cartouche ou même une demi-cartouche de cet explosif.

Il a été fait six essais à la charge de 600 grammes avec cet explosif (tableau II). Le bourrage extérieur se composait de 3 kilogrammes de poussières incombustibles, c'est-à-dire d'un poids de poussières incombustibles égal à cinq fois la charge.

Ces essais n'ont donné lieu à aucune inflammation du grisou.

TABLEAU II.

ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gélatine

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	100	1	8	»	»	●	Inflammation du grisou.
2	50	1/2	7	»	»	●	Id.
3	600	2+2+2	7.1	Schistes rouges	3.0	○	Les poussières de schistes sont disposées sur une planche qui arrase le fourneau et forme un cône d'éboulement devant ce fourneau. Pas d'inflammation du grisou.
4	600	2+2+2	7.7	Schistes rouges	3.0	○	Id.
5	600	2+2+2	7.7	Schistes rouges	3.0	○	Id.
6	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
7	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
8	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.

3° *Essais avec la tonite belge.*

Cet explosif, très différent des précédents, plutôt un explosif de guerre qu'un explosif de mine, a été choisi pour les essais en raison de sa brisance et de la facilité avec laquelle il allume le grisou.

Sa composition est la suivante :

Coton poudre endécantrique	53.0 %
Nitrate de baryum	37.6 »
Nitrate de potassium	9.4 »
	<hr/>
	100.0 »

Les essais ont été faits avec des charges de 600 grammes d'explosif et le poids du bourrage extérieur a été diminué progressivement jusqu'à l'obtention d'une inflammation de grisou. Pour obtenir cette inflammation, il a fallu réduire à 0.5 kilogramme le poids de poussières incombustibles placées devant l'orifice du fourneau. L'inflammation du grisou s'est propagée dans la galerie avec une certaine lenteur ; la flamme n'avait pas sa coloration habituelle, elle était plus jaune et plus éclairante, ce qui était vraisemblablement dû à la présence de particules incandescentes.

Les essais effectués avec des poids de poussières incombustibles variant de 1 à 3 kilogrammes n'ont donné lieu à aucune inflammation.

TABEAU III.
ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Tonite.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	150	1	8	»	»	●	Inflammation du grisou.
2	100	1	8	»	»	●	Id.
3	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Pas d'inflammation du grisou.
4	600	2+2+2	8	Schistes rouges	3.0	○	Id.
5	600	2+2+2	8.2	Schistes rouges	2.4	○	Id.
6	600	2+2+2	7.9	Schistes rouges	1.8	○	Id.
7	600	2+2+2	8	Schistes rouges	1.0	○	Id.
8	600	2+2+2	8	Schistes rouges	1.0	○	Id.
9	600	2+2+2	8.3	Schistes rouges	1.0	○	Id.
10	600	2+2+2	7.9	Schistes rouges	0.5	●	Inflammation du grisou. La flamme est plus éclairante que d'ordinaire et se propage avec une certaine lenteur. Rupture de l'âme et de la frette du mortier.

4° Essais avec un explosif au nitrate d'ammonium.

Dans la galerie de 2 mètres carrés de section, une charge de 100 grammes de cet explosif, tirée au mortier d'acier, allume le grisou.

Les essais ont été faits avec des charges de 9 cartouches de 100 grammes chacune, placées en deux ou trois files dans le mortier de 55 millimètres de diamètre.

Nous n'avons constaté aucune inflammation du grisou avec des bourrages extérieurs de 1 à 4.5 kilos de poussières incombustibles.

TABLEAU IV.
ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.
EXPLOSIF EMPLOYÉ : Explosif au nitrate d'ammonium.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	200	2	8.1	»	»	●	Inflammation du grisou.
2	100	$2\frac{1}{2}$	8.1	»	»	●	Id.
3	50	$\frac{1}{2}$	8.0	»	»	○	Pas d'inflammation du grisou.
4	900	3+3+3	8.1	Schistes rouges	4.5	○	Id.
5	900	3+3+3	7.9	Schistes rouges	3.6	○	Id.
6	100	$2\frac{1}{2}$	8.4	»	»	●	Inflammation du grisou.
7	900	2+2+2+2+ $2\frac{1}{2}$	8.2	Schistes rouges	2.7	○	Pas d'inflammation du grisou.
8	900	2+2+2+2+ $2\frac{1}{2}$	8.1	Schistes rouges	1.8	○	Id.
9	900	2+2+2+2+ $2\frac{1}{2}$	8.0	Schistes rouges	1.0	○	Id.
10	900	2+2+2+2+ $2\frac{1}{2}$	8.1	Sable fin, non desséché	1.8	○	Id.
11	100	$2\frac{1}{2}$	8.0	»	»	●	Inflammation du grisou.

b) Dispositif avec tube à poussières.

En vue de permettre un emploi plus aisé du bourrage extérieur quelle que soit la position du trou de mine, la firme H.-E. Kruskopf, de Dortmund, la même qui avait aussi imaginé une variante des arrêts-barrages de M. Taffanel (1), a proposé, pour notre procédé, la disposition suivante, qu'elle qualifie « une forme particulière » de notre bourrage extérieur.

On introduit dans le fourneau de mine un cylindre en carton rempli de poussières incombustibles, auquel est fixé, en dehors du trou de mine, un sac en papier contenant aussi des poussières incombustibles.

Ce mode d'exécution de notre bourrage extérieur a été essayé avec succès, au commencement de cette année, à la galerie d'essais de Neunkirchen, sous le nom de « bourrage extérieur en poussières incombustibles (*Gesteinstaub Ausenbesatz*) de la firme Kruskopf ».

Ces essais, exécutés tous avec de la gélatine-dynamite comme explosif, confirment les nôtres. Ils n'ont mis le procédé en défaut que lorsque la quantité de poussières était réduite à moins d'un demi kilo.

Nous avons, à la demande de la firme Kruskopf, effectué nous-mêmes quelques essais. Les tableaux V et VI indiquent ces expériences, faites respectivement vis-à-vis du grisou et vis-à-vis des poussières.

Bien qu'un essai en présence de grisou, avec ce dispositif ait donné un résultat inférieur à un essai fait comparativement avec le cône de poussières (essais 3 et 4 du tableau V), on peut dire que, d'une façon générale, les deux manières d'appliquer notre procédé peuvent être utilisées avec succès, à la condition d'employer les quantités de poussières que nous préconisons.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. XVI, p. 694.

On peut se demander si ces matières combustibles (carton et papier) introduites à l'orifice du trou de mine, ne sont pas susceptibles de s'enflammer.

En fait, après l'inflammation des charges d'explosifs, on n'a retrouvé dans la galerie d'essais que quelques menus fragments des tubes en carton et quelques lambeaux, plus considérables, de papier; on n'a pas observé sur ces fragments de traces de combustion. Toutefois, ce point mériterait d'être vérifié par des essais plus multipliés.

TABLEAU V.

Dispositif avec tube à poussières pour l'application du bourrage extérieur.*ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.*

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	600	2+2+2	8.4	Schistes rouges	3	○	On aperçoit une flamme très marquée à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
2	600	2+2+2	8.1	Id.	4	○	On n'aperçoit plus qu'une lueur à la première fenêtre de la galerie.
3	600	2+2+2	7.8	Id.	2	●	Inflammation du grisou.
4	600	2+2+2	8.0	Id.	2	○	Les poussières incombustibles sont simplement déposées sur une planche devant le fourneau. Pas d'inflammation, pas de lueur.

TABLEAU VI.

Dispositif avec tube à poussières pour l'application du bourrage extérieur.

ESSAIS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES.

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Poids des poussières de charbon par mètre cube grammes.	Teneur en matières volatiles %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	600	2+2+2	400	35	Schistes rouges	2	●	Inflammation.
2	600	2+2+2	400	35	id.	3	○	Pas d'inflammation.
3	600	2+2+2	400	35	id.	2	○	Id.
4	600	2+2+2	400	35	id.	2	●	Les poussières incombustibles sont simplement déposées sur une planche en face du fourneau. — Inflammation.
5	600	2+2+2	400	35	id.	3	○	Même disposition que pour l'essai n° 4. — Pas d'inflammation.

II. — Mines non débourrantes.

Essais dans des canons en pierre.

Dans notre première note nous faisons remarquer que nos expériences précédentes, sur la question, ainsi d'ailleurs que la plupart de celles exécutées dans les diverses galeries d'essais, visaient exclusivement les mines débourrantes, et nous signalions notre intention d'étudier expérimentalement le cas des mines non débourrantes.

Nous avons donné suite à ce projet, avec l'intention de porter nos recherches sur la manière la plus favorable de disposer les poussières incombustibles dans le cas d'une mine qui travaille.

Pour ce faire nous avons remplacé le mortier d'acier par des canons en pierre constitués par des blocs parallélépipédiques en petit granit d'Ecaussines.

Nous avons effectué d'abord quelques essais avec des canons de ciment ou de béton, mais ceux-ci étaient tellement broyés lors de la détonation de la charge d'explosif, que leurs débris constituaient un véritable bourrage extérieur, disposé en tous sens et fabriqué par l'explosif lui-même. (Nous reviendrons plus tard sur ce point d'où est issue l'idée de la *schistification intérieure*.)

Les trous de mine étaient forés, au diamètre des cartouches, dans l'axe des blocs de pierre, qui mesuraient 1 mètre de longueur et 0^m40 de côté. Les blocs étaient placés sur le sol, à l'intérieur de la galerie d'essais, dont les parois étaient protégées contre les projections de pierres par des morceaux de vieux câbles de mine.

Les essais ont été faits avec de la dynamite-gomme et avec de la dynamite gélatine. Il n'a guère été possible de dépasser des charges de 400 grammes d'explosif, parce que, pour ces charges, les parois de la galerie donnaient déjà des signes de fatigue qu'on ne pouvait pas négliger.

Les tableaux VII, VIII et IX donnent le détail des essais, qui ont été faits en présence du grisou et des poussières de charbon.

On voit, en examinant ces tableaux, que des charges de 100, 200 et 300 grammes de dynamite-gomme ou de dynamite gélatine ont pu être tirées, sans aucun bourrage, ni intérieur ni extérieur, sans allumer le grisou et les poussières de charbon, et cela bien que la dernière cartouche introduite se trouvât sur le bord du fourneau.

Pour enflammer le grisou avec une charge de 400 grammes de dynamite gomme, il fallait placer le détonateur dans la cartouche qui se trouvait au fond du fourneau de mine ; quand on le plaçait dans la cartouche de l'orifice du fourneau de mine, le grisou ne s'allumait pas.

Avec la charge de 400 grammes, quand le détonateur est placé au fond du fourneau, il suffit d'un bourrage intérieur ou extérieur pour empêcher l'inflammation du grisou.

Pour les essais en présence des poussières de charbon, ces poussières étaient déposées sur la pierre et sur le sol ; on mettait en outre une certaine quantité de poussières en suspension dans l'air. Dans ces conditions, des charges de 400 grammes de dynamite-gomme n'ont pas allumé les poussières de charbon ; pour enflammer ces poussières avec de telles charges il a fallu masquer partiellement le fourneau de mine avec ces poussières.

TABLEAU VII.
CANONS EN PIERRE. — ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.
EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
1	100	I	7.1	»	»	○	La cartouche est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Pas d'inflammation du grisou.
2	200	1+1	7.0	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau sans aucun bourrage. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau. Pas d'inflammation du grisou.
3	300	1+1+1	9.0	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Le détonateur est placée dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau. Pas d'inflammation du grisou.
4	300	1+1+1	9.0	»	»	○	Id.
5	400	1+1+1+1	8.0	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau sans aucun bourrage. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau. Pas d'inflammation du grisou.
6	400	1+1+1+1	8.0	»	»	○	Id.
7	400	1+1+1+1	8.1	»	»	●	La charge est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Le détonateur est placée dans la cartouche qui se trouve au fond du fourneau. Inflammation du grisou.
8	200	1+1	8.5	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve au fond du fourneau. Flamme à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
9	300	1+1+1	8.1	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau, sans aucun bourrage. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve au fond du fourneau. Flamme à la première fenêtre de la galerie, mais l'inflammation ne se propage pas.
10	400	1+1+1+1	8.1	»	»	●	Même disposition que pour l'essai 7. Inflammation du grisou.
11	400	1+1+1+1	8.1	Schistes rouges	3	○	Même disposition que pour l'essai précédent. Pas d'inflammation du grisou.
12	200	1+1	7.9	»	»	○	Le trou de mine de 0m25 de longueur est foré dans l'angle supérieur de la pierre, à 0m05 des parois. Le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau. Pas de bourrage. Pas d'inflammation du grisou.
13	300	1+1+1	7.8	»	»	○	Même disposition que pour les essais 3 et 4. Pas d'inflammation du grisou.
14	500	1+1+1+1+1	7.8	»	»	○	Le détonateur est placé dans la troisième cartouche. On place un bourrage à l'argile de 0m10 de longueur. Pas d'inflammation du grisou.

TABLEAU VIII.

CANONS DE PIERRE. — ESSAIS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES DE CHARBON.

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gomme n° 1.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de poussières — gram. par m. c.	Résultats des essais	OBSERVATIONS	
					● Inflammation.	○ Pas d'inflammation.
1	300	1+1+1	400	○	Les poussières de charbon sont déposées sur la pierre et sur le sol de la galerie. Une certaine quantité de poussières est mise en suspension dans l'air. — Pas de bourrage — Pas d'inflammation du grisou.	
2	400	1+1+1+1	400	○	id.	id.
3	400	1+1+1+1	400	○	id.	id.
4	400	1+1+1+1	400	○	id.	id.
5	400	1+1+1+1	400	●	Les poussières de charbon sont disposées comme pour les essais précédents ; on met de plus une certaine quantité de poussières sur une planche devant le fourneau de mine. Les poussières masquent partiellement le fourneau. — Pas de bourrage. — Flamme rouge aux deux premières fenêtres de la galerie.	

802

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

TABLEAU IX.

CANONS EN PIERRE. — ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU.

EXPLOSIF EMPLOYÉ : Dynamite-gélatine.

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS	
							● Inflammation	○ Pas d'inflammation
1	100	1	9	»	»	●	Inflammation du grisou ; la cartouche est tirée au mortier d'acier.	
2	400	1+1+1+1	9	»	»	○	La charge est placée à l'orifice du fourneau ; le détonateur est placé dans la cartouche qui se trouve sur le bord du fourneau.	
3	400	1+1+1+1	7	»	»	○	id.	id.
4	300	1+1+1	8	»	»	○	id.	id.
5	300	1+1+1	8	»	»	○	id.	id.
6	300	1+1+1	8	»	»	○	id.	id.
7	50	½	7	»	»	●	La demi-cartouche est tirée au mortier d'acier.	
8	100	1	8	»	»	●	La cartouche est tirée au mortier d'acier.	

LE BOURRAGE EXTÉRIEUR

803

Nous avons cherché à nous rendre compte par la photographie, de l'importance comparative des flammes produites par l'explosion de charges d'explosifs tirées au mortier d'acier ou dans des canons de pierre.

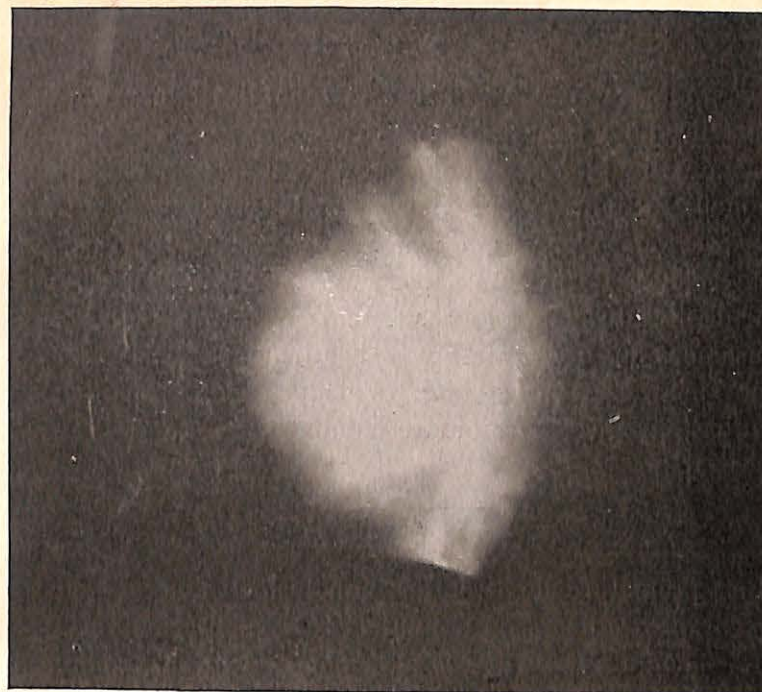
La photographie n° 2 montre la flamme produite par 6 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier. On voit que cette flamme occupe toute la largeur de la galerie dans laquelle les photographies ont été prises, et dont les parois sont légèrement visibles ; cette largeur est de 2^m50. En hauteur, la flamme s'élève à 1^m25 environ au-dessus de l'axe du mortier. D'après la position de repères visibles sur la photographie, on peut évaluer à 4 mètres environ la longueur de cette flamme (1).

La photographie n° 3 représente la flamme de 5 cartouches du même explosif tirées au mortier d'acier. Elle est comparable comme dimensions à la précédente.

La photographie n° 4 donne la flamme produite par 5 cartouches du même explosif tirées, sans bourrage, dans un canon de pierre. La dernière cartouche, dans laquelle se trouvait le détonateur, était placée sur le bord du fourneau. L'appareil photographique était placé à la même distance que pour les essais précédents, c'est-à-dire à 10 mètres de l'orifice du fourneau ; les flammes sont donc représentées à la même échelle.

On voit la diminution considérable que subit le volume de la flamme quand la mine travaille ; cette flamme devient comparable, comme dimensions, à celle que donnent les explosifs de sûreté tirés au mortier d'acier, comme le montre la photographie n° 5, qui représente la flamme de 8 cartouches de Permonite.

(1) Cette photographie présente aussi un intérêt spécial à cause de la flamme secondaire que l'on voit à gauche, entre les bois.



Photographie n° 3. — 5 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier.



Photographie n° 2. — 6 cartouches de dynamite-gomme tirées au mortier d'acier.

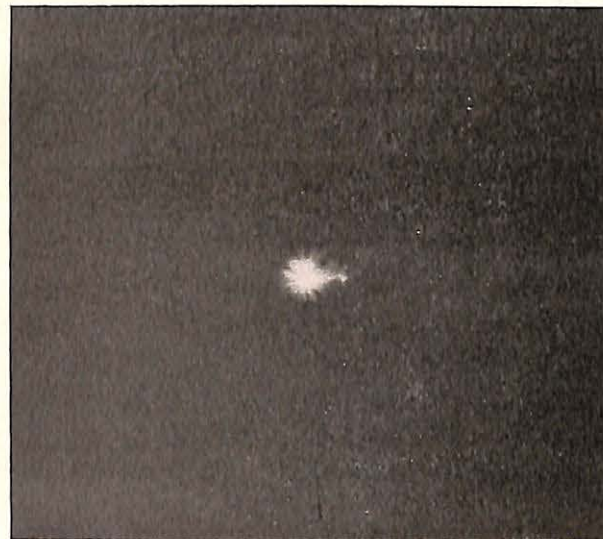
Les photographies nos 6 et 7 donnent la flamme de 5 cartouches de dynamite-gomme tirées sans bourrage, dans un canon de pierre, en plaçant le détonateur dans la cartouche introduite la première dans le fourneau.

Nous avons cherché vainement à plusieurs reprises à photographier l'explosion d'un canon de pierre chargé de 5 cartouches du même explosif, mais avec bourrage soigneusement fait à l'argile, sur 30 centimètres de longueur. Malgré leur grande sensibilité, les plaques photographiques n'ont pas enregistré la moindre flamme.

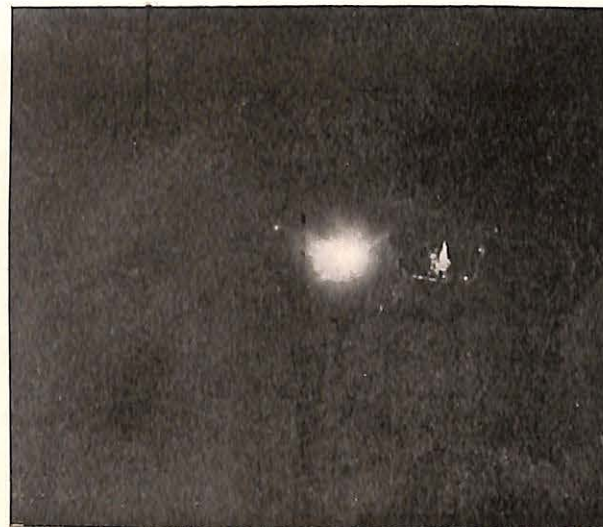
Il est prématuré de tirer des conclusions de ces essais qui sont encore trop peu nombreux. Ils montrent cependant, — ce qui était déjà supposé mais n'avait pas encore, croyons-nous, été démontré expérimentalement, — que les mines qui travaillent sont bien moins dangereuses que les mines débourrantes et notamment que les charges d'explosifs tirées au mortier d'acier.

Ils montrent également la grande importance que l'on doit attacher au bourrage. On ne saurait trop insister sur la nécessité d'un bourrage soigné fait sur une longueur convenable et sur la nécessité de mettre à la disposition des boute-feux une ample provision d'argile, de manière à leur éviter la tentation de faire sauter des mines dont le bourrage est défectueux.

Il semble résulter également de ces premiers essais que le danger d'inflammation du grisou ou des poussières de charbon se trouve surtout à l'orifice du fourneau et que les gaz qui s'échappent entre les fragments de la pierre désagrégée par l'explosion sont peu dangereux. En présence du grisou, en effet, l'inflammation avec des charges de 400 grammes de dynamite n'a été obtenue qu'en plaçant le



Photographie no 5 — 8 cartouches de Permonite tirées au mortier d'acier.



Photographie no 4. — 5 cartouches de dynamite-gomme tirées dans un canon de pierre sans bourrage. — Détonateur dans la dernière cartouche introduite.

détonateur au fond du fourneau, ce qui donne aux gaz de l'explosion une impulsion vers l'orifice de ce fourneau. D'autre part, pour allumer les poussières de charbon avec la même charge d'explosif, il a fallu masquer partiellement l'orifice du fourneau au moyen de ces poussières. En déposant simplement ces poussières sur la pierre, on n'obtenait pas d'inflammation.

Ces constatations sont de nature à donner de l'importance au bourrage extérieur, qui empêche les inflammations du grisou ou des poussières de charbon dans les cas où la mine fait canon ou bien où le bourrage est défectueux.

Rappelons qu'il importe de veiller avec soin à ce que les poussières incombustibles employées comme bourrage extérieur ne renferment pas de matières combustibles, telles que les poussières charbonneuses.

L'examen des procès-verbaux des accidents survenus en Belgique par inflammations de grisou ou de poussières de charbon, montre que certains de ces accidents ont été causés par des charges d'explosif brisant qui ne dépassaient pas 100 grammes. Il est difficile de dire si ces mines étaient convenablement bourrées, mais il est certain, d'autre part, que certaines de ces mines n'ont pas fait canon.

Il faut donc se garder de déduire de ces essais que les faibles charges d'explosifs ne sont pas dangereuses. Les photographies ci-dessus montrent que les mines non bourrées donnent des flammes à l'orifice du fourneau, tout en désagrégeant la pierre, et il n'est pas certain qu'avec certains explosifs ces flammes n'allumeraient pas le grisou ou les poussières de charbon, même pour de faibles charges. D'autre part, le danger du débouillage subsiste toujours et il est probable que les mines qui soulèvent simplement un banc de voie sans le désagréger, ainsi que les mines qui séparent simplement un bloc de roche sans le fragmenter, ne sont pas sans danger et peuvent être assimilées, dans une certaine mesure, à une mine débouillante.



Photographie n° 7. — 5 cartouches de dynamite-gomme dans un canon de pierre, sans bourrage. — Détonateur au fond.



Photographie n° 6. — 5 cartouches de dynamite-gomme dans un canon de pierre, sans bourrage — Détonateur au fond.

III. — La galerie du Bois de Colfontaine.

On a vu que dans nos expériences, restées bien incomplètes encore, sur la question des mines travaillantes, nous étions limités dans le poids des charges, par la nécessité de ménager notre galerie d'essais. D'autre part, les parallélépipèdes de pierre qui ont servi aux essais étaient complètement dégagés sur cinq faces et, dans ces conditions, ils étaient fortement broyés sous l'action de la charge d'explosif. L'énergie de ce dernier se dépensait dans ce travail de désagrégation, ce qui était défavorable à l'obtention d'une inflammation de grisou ou de poussières.

Enfin, il est probable que les éléments de la détonation diffèrent notablement suivant que les charges d'explosifs sont tirés au mortier d'acier ou dans des fourneaux bourrés.

Ces considérations nous ont amenés à creuser, en rocher même, une vraie galerie où l'on tirerait des mines comme on peut les tirer dans les travaux miniers eux-mêmes.

Nous avons choisi, pour l'établissement de cette galerie, le *Bois de Colfontaine*, qui se trouve à quelques kilomètres au Sud de Frameries et dont le relief accidenté nous permettait un creusement à flanc de côteau.

Ajoutons que la constitution géologique du sol de ce bois, composé de terrain houiller inférieur, est spécialement favorable, offrant à nos essais les mêmes roches que l'on rencontre dans les mines de houille.

Rappelons que nous nous occupons peu dans nos essais, du tir en charbon ; très importante dans d'autres pays, la question du tir en charbon ne l'est guère en Belgique, où les règlements défendent l'emploi des explosifs pour

l'abatage de la houille dans toutes les mines grisouteuses, et nous avons fait remarquer bien des fois que, chez nous, la grande majorité, sinon la totalité, des mines non grisouteuses sont pratiquement non poussiéreuses.

Les travaux d'établissement et de creusement de cette galerie ont commencé au début de l'an dernier.

Les dispositions prises et les expériences y exécutées feront l'objet de notes ultérieures.

Cette galerie en rocher permettra, nous l'espérons, non seulement de compléter nos études sur le bourrage extérieur, mais aussi de vérifier, dans les conditions mêmes de la pratique, bien des essais antérieurs, et, en outre, d'aborder l'étude de maints problèmes nouveaux, intéressant la sécurité des mines sous le rapport des explosions.

IV. — La schistification intérieure.

On a vu au chapitre II, par les essais effectués dans les canons de pierre et de ciment, combien le broyage des roches est favorable à la sécurité.

Un tel effet avait aussi, on se le rappellera, été le résultat, assez inattendu, de l'emploi de gaines en béton, expérimentées à Frameries en 1905-06 en vue de substituer aux parois d'acier de canon des parois moins conductrices (1).

Nous avons pensé qu'on pouvait utiliser cette observation en vue de la recherche d'un nouveau moyen d'augmenter encore, peut être dans des proportions considérables, la sécurité du tir des mines.

Ce moyen consiste à placer la charge d'explosifs dans une gaine en poussières ou facile à pulvériser, en ciment friable, en poterie légère, en argile séchée, etc.

On se souvient qu'au début des recherches faites en vue d'atténuer les dangers de l'emploi des explosifs, on a essayé la cartouche à eau, c'est-à-dire la cartouche entourant l'explosif d'une gaine d'eau. On a aussi essayé de tasser autour et au-dessus de l'explosif de l'eau sous forme gélatinisée. Ces procédés avaient donné de bons résultats au point de vue de la sécurité, seulement ils présentaient des inconvénients pratiques résultant surtout de l'emploi de l'eau.

Dans notre procédé, que nous avons appelé la *schistification intérieure*, c'est la poussière incombustible que nous plaçons au lieu d'eau autour de la charge.

(1) Voir, aux publications du VI^e Congrès de chimie appliquée, à Rome, en 1906, la communication de MM. WATTEYNE et STASSART.

Nous n'avons fait jusqu'ici que quelques essais provisoires ; ceux-ci n'ont pu, faute de temps, être exécutés que d'une façon fort sommaire ; les cartouches d'explosif (dynamite-gomme n° 1) étaient placées, dans le mortier d'acier, reposant sur la paroi inférieure du fourneau, et étaient recouvertes de poussières incombustibles ; la dernière cartouche introduite se trouvait à un centimètre de l'orifice.

Les tableaux ci-dessous donnent le détail de ces expériences et leurs résultats.

Schistification intérieure.
ESSAIS EN PRÉSENCE DU GRISOU
 EXPLOSIF EMPLOYÉ : **Dynamite-gomme n° 1.**

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Proportion de grisou %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
							● Inflammation ○ Pas d'inflammation.
1	200	1+1	7.5	Schistes rouges	»	○	Pas d'inflammation du grisou. La dernière cartouche se trouvait à un centimètre du bord du fourneau.
2	300	1+1+1	8.0	Id.	1170	○	Même disposition que pour l'essai précédent et même résultat.
3	400	1+1+1+1	7.1	Id.	»	○	Id.
4	400	1+1+1+1	7.6	Id.	1200	○	
5	400	1+1+1+1	8.1	Id.	1100	○	
6	400	1+1+1+1	7.8	Craie	900	○	
7	500	1+1+1+2	8.0	Schistes rouges	1070	○	Pas d'inflammation du grisou.
8	500	1+1+1+2	7.8	Id.	1150	●	Inflammation du grisou.
9	500	1+1+1+2	8.3	Craie	830	○	Pas d'inflammation du grisou.
10	600	1+1+2+2	7.9	Schistes rouges	1000	●	Inflammation du grisou.
11	600	1+1+2+2		Craie	820	●	Id.

Schistification intérieure.
ESSAIS EN PRÉSENCE DES POUSSIÈRES DE CHARBON
 EXPLOSIF EMPLOYÉ : **Dynamite-gomme n° 1.**

Numéros d'ordre des essais	Poids de la charge d'explosif gram.	Disposition de la charge	Poids des poussières de charbon par mètre cube grammes.	Teneur en matières volatiles %	Nature des poussières incombustibles	Poids de poussières incombustibles kilog.	Résultats des essais	OBSERVATIONS
								● Inflammation. ○ Pas d'inflammation.
1	600	1+1+2+2	400	35	Schistes rouges	1075	●	Inflammation.
2	500	1+1+1+2	400	»	Id.	1100	●	Id.
3	400	1+1+1+1	400	»	Craie	800	○	Pas d'inflammation.
4	400	1+1+1+1	400	»	Id.	820	○	Id.

On voit, en examinant les tableaux ci-dessus, que l'enveloppement de la charge dans des poussières incombustibles a empêché l'inflammation du grisou pour des charges de 400 grammes formées de 4 cartouches de 28 millimètres de diamètre, disposées en une file. On sait qu'une cartouche de 100 grammes de cet explosif, tirée au mortier d'acier, allume facilement le grisou.

Sur trois essais effectués avec des charges de 500 grammes du même explosif, il ne s'est produit qu'une seule inflammation du grisou.

En présence des poussières de charbon la schistification intérieure du fourneau du mortier a fait monter à 400 grammes également la charge limite de la dynamite gomme n° 1.

Il importe d'observer qu'avec le canon que nous avons employé et dont le fourneau n'a que 0^m50 de longueur, il devient nécessaire, dès que la charge dépasse 400 grammes, de disposer une partie des cartouches sur deux files ; dès lors, il n'y a pour cette partie de la charge, en fait, que peu ou pas de gaine de poussières ; cette gaine est d'ailleurs incomplète pour toute la charge puisque celle-ci repose directement sur la paroi du fourneau.

Nous nous proposons de poursuivre nos expériences en recherchant un mode d'emploi pratique et compatible avec un diamètre acceptable du trou de mine.

Bruxelles-Mons, juin 1913.
