

INSTITUT NATIONAL DES MINES
A FRAMERIES

**Rapport sur les Travaux de
l'Institut National des Mines à Frameries
pendant l'année 1926**

PAR

EMMANUEL LEMAIRE

Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines.

I. — Études sur les explosifs de sûreté.

Les explosifs de sûreté, déterminés par la méthode des tirs au mortier, ont donné lieu à quelques mécomptes dans le courant des années précédentes et, pour rechercher la cause de ces mécomptes, des tirs en roches en présence du grisou ont été entrepris dans le cours de cette année, dans une des galeries au rocher du Bois de Colfontaine.

La vallée encaissée du ruisseau qui traverse la forêt domaniale de Colfontaine, à quelques kilomètres de Frameries, montre de nombreux affleurements du Houiller et du Dévonien, et des carrières, abandonnées depuis longtemps, ont été établies le long de cette vallée pour l'exploitation du Poudingue Houiller et des grès dévoniens. L'emplacement est favorable à l'établissement de galeries à flanc de coteau dans des roches de duretés diverses.

Une première galerie avait été creusée avant la guerre en vue de tirs en roches en présence des poussières de

charbon. Cette galerie n° 1 partait du fond de l'ancienne carrière de la Baraque-à-Ramons, établie pour l'exploitation du Poudingue Houiller en plateure. Cette roche très dure se présente soit sous forme d'un grès grossier, soit sous forme d'un poudingue à grains fins, formant des bancs épais, légèrement inclinés au Sud.

Creusée à travers-bancs vers le Sud, cette galerie n° 1 est entrée dans le Houiller supérieur, alors que sa longueur n'était que d'une dizaine de mètres. Elle a été abandonnée à une longueur de 50 mètres, sans que les poussières de charbon aient pu être allumées par les tirs en roches. Les essais, faits sans bourrage avec de nombreux types d'explosifs, qui allumaient facilement les poussières de charbon dans les tirs au mortier effectués dans la même galerie, ont laissé l'impression qu'il n'était pas aisé d'allumer les poussières de charbon dans les tirs en roches. L'insuccès a été attribué provisoirement à la nature du terrain traversé trop fissuré et trop tendre, dans lequel les mines produisaient elles-mêmes leur bourrage extérieur.

La galerie n° 2, commencée après la guerre, a été établie au fond d'une petite carrière ouverte dans le dressant du Poudingue Houiller, qui fait suite à la plateure de la Baraque-à-Ramons. Elle avance en chassage dans ce dressant incliné au Sud.

La roche se présentant dans des conditions de dureté favorables des installations de surface ont été faites dans le courant de cette année en vue d'essais méthodiques en présence du grisou.

Un petit bâtiment, aménagé en salle de machines, magasin et bureau, a été construit. Il abrite un compresseur d'air commandé par un moteur à essence, ainsi que le matériel de forage et les appareils de mesure. L'air comprimé alimente le ventilateur de la galerie et les mar-

teaux-perforateurs qui servent au creusement des trous de mine. Un compresseur à haute pression, installé à Frameries, fournit le grisou naturel, comprimé à 150 atmosphères dans des bonbonnes en acier. Un dispositif simple, consistant en tubes d'acier perforés raccordés aux bonbonnes, permet de réaliser un mélange inflammable à la teneur voulue en grisou, à l'intérieur de la galerie. Un cadre sur lequel on fixe une feuille de papier, et qu'on déplace au fur et à mesure de l'avancement, permet de limiter la chambre d'explosion. Enfin des rails et un wagonnet pour le transport des déblais complètent cet équipement simple et pratique de la galerie.

Dans la suite, un bouveau partira de la galerie n° 2 pour recouper une veine du Houiller inférieur et on prendra un chassage dans cette couche et éventuellement dans des bancs favorables. L'ensemble ainsi réalisé permettra, non seulement d'étudier les conditions d'inflammation du grisou et des poussières de charbon par les explosifs dans les tirs en roches et dans une certaine mesure dans les tirs en charbon, mais encore les moyens d'arrêter les inflammations de poussières.

Tous les essais de cette année ont été faits avec un explosif qui ne présente aucune sécurité dans les tirs au mortier, afin de déterminer des cas où cet explosif-type allumerait sûrement le grisou dans les tirs en roches et de pouvoir faire ensuite une première comparaison des explosifs entre eux au point de vue de la sécurité, dans ces cas dangereux. Comme explosif-type, il a été fait choix de la Dynamite n° 1 à 75 % de nitroglycérine et 25 % de kieselgurh, qui ne présente aucune sécurité, ni dans les tirs au mortier, ni dans les tirs à air libre.

D'autre part, pour pouvoir reproduire pratiquement les mêmes conditions de tir et pour pouvoir comparer les mines entre elles en ne faisant varier que la ligne de

moindre résistance, toutes les mines ont été disposées parallèlement à une surface dégagée. Dans ce but, pour chaque avancement d'un mètre, une excavation d'un mètre de profondeur et de 0^m,50 de hauteur, était d'abord creusée au sommet de la galerie sur toute la largeur de celle-ci. Le gradin, ainsi déterminé, était abattu ensuite par enlevures successives de 0^m,20 à 0^m,50 d'épaisseur, prises en descendant. L'abatage de chaque enlevure se faisait au moyen de deux mines forées à sa base parallèlement à l'axe de la galerie, l'une à la paroi de gauche et l'autre à la paroi de droite de la voie. La mine de gauche, toujours tirée la première, opérait sur une roche dégagée sur deux faces, c'est-à-dire la face verticale correspondant au front du gradin et la face correspondant au sommet du gradin. La mine de droite opérait en outre sur la face de l'excavation produite par la mine de gauche tirée d'abord.

Les charges de Dynamite n° 1 employées ont varié de 200 à 500 grammes. Les mines étaient bourrées normalement à l'argile et aucune d'elles n'a fait canon.

Abstraction faite de quelques mines tirées au début pendant la période de mise au point du dispositif mélangeur de grisou, toutes les mines tirées dans ces conditions ont allumé le grisou. Il sera donc assez aisé de faire une première comparaison des explosifs entre eux au point de vue de la sécurité, ce qui est au programme de 1927.

Une première conclusion provisoire à tirer des essais effectués à ce jour, est que la sécurité du tir en mine bourrée ne dépend que d'une manière indirecte du bourrage ordinaire, ce que la Station de Frameries a développé dans une de ses publications (1). Dès que la résis-

(1) E. LEMAIRE. — Considérations sur es explosifs de sûreté et sur leurs essais en galerie. *Annales des Mines de Belgique*, tome XXIII, 3^e livraison, année 1922.

tance du bourrage est suffisante pour assurer l'éclatement de la roche plutôt que le débouillage, la sécurité du tir ne dépend plus du bourrage ordinaire. Elle semble dépendre uniquement de la nature de l'explosif et du rapport entre la puissance de la charge et la résistance offerte par la roche. La roche doit céder dès que l'effort nécessaire est réalisé dans le fourneau de mine et si cet effort est obtenu avant l'achèvement de la réaction explosive, les réactions doivent s'achever plus ou moins, à l'air libre, dans des conditions plus ou moins dangereuses.

Quelques essais préliminaires ont été faits dans le courant de cette année pour contrôler l'efficacité de la gaine de sûreté dans les tirs en roches.

Avec la Dynamite n° 1, la gaine ordinaire de 3,5 millimètres d'épaisseur, proposée pour les explosifs de sûreté, et qui est composée de 75 % de Chlorure de Sodium et de 25 % d'argile servant d'agglomérant, a assuré la sécurité du tir, sauf dans les cas où on réduisait par trop la ligne de moindre résistance. Mais en employant alors les gaines de sécurité renforcées comme épaisseur et composition, c'est-à-dire en substituant du Fluorure Sodique à une partie du Chlorure Sodique, la sécurité du tir a été assurée.

La continuation de ces essais est au programme de 1927, mais il résulte déjà des essais préliminaires que la gaine est un moyen certain de sécurité et qu'elle agit non pas seulement par son poids, mais encore par sa composition.

Il est remarquable que pour les mines très fortement surchargées, il soit nécessaire d'employer les gaines qui assurent la sécurité dans les tirs à air libre. La Dynamite n° 1, en effet, exige des gaines de sécurité renforcée pour supporter le tir à air libre sans allumer le grisou.

L'explosif semble donc d'autant plus dangereux que ses conditions d'emploi se rapprochent davantage du tir

à air libre, c'est-à-dire quand il n'a qu'une faible épaisseur de banc à emporter. Si la pression instantanée que l'explosif développe en détonant à air libre, c'est-à-dire la pression qui se produit au passage de l'onde explosive, suffit pour emporter la roche, il semble que l'explosif soit aussi dangereux que s'il détone à air libre.

Les mécomptes obtenus avec les explosifs de sûreté proviennent vraisemblablement de ce que ces explosifs ont été employés dans des conditions voisines de celles du tir à air libre, c'est-à-dire avec des charges beaucoup trop fortes pour le résultat à obtenir.

Les explosifs de sûreté ne supportent le tir à air libre, sans allumer le grisou, que pour des charges de l'ordre d'une centaine de grammes. Mais si on les place dans des gaines de sûreté du type ordinaire défini ci-dessus, on peut tirer à air libre des charges de l'ordre d'un kilogramme sans allumer l'atmosphère grisouteuse. Dans ces conditions, même si on n'arrivait pas à assurer la sécurité du tir par l'explosif lui-même, il est à espérer que la gaine de sûreté ne nous laisserait pas désarmés dans la lutte contre le grisou.

Dans une publication de 1914 (2), la Station de Fraimeries, analysant des photographies de flammes d'explosifs obtenues en plaçant un appareil photographique face au canon dans la galerie d'essais, a distingué trois genres de flammes dans ce qu'on appelle globalement la flamme de l'explosif :

- 1° des flammes primaires, correspondant aux réactions qui se font au passage de l'onde explosive ;
- 2° des flammes secondaires, correspondant aux réactions qui se font en arrière du front de l'onde explosive dans les gaz produits au passage de cette onde ;

(2) E. LEMAIRE. — Aspect des flammes au tir au mortier. *Annales des Mines de Belgique*, tome XIX, 1^{re} livraison, année 1914.

3° des flammes tertiaires, qui se produisent sous l'influence de l'Oxygène de l'air dans les gaz de l'explosion.

Cette manière de voir semble admise actuellement et l'hypothèse de l'instantanéité de la réaction explosive au passage de l'onde explosive, ou, en d'autres termes, l'hypothèse de la section droite divisant le milieu explosif en deux zones, occupée l'une par l'explosif non encore détoné, à la pression et à la température ordinaires, l'autre par des gaz à haute température et à haute pression, dans lesquels il ne se passe plus de réaction, semble abandonnée.

Les flammes secondaires, plus ou moins compliquées de flammes tertiaires, prolongent la durée de la flamme dans une proportion qui n'est pas négligeable et qui dépasse la durée du retard à l'inflammation du grisou. Ce retard à l'inflammation ne peut donc plus servir de base à une théorie de l'explosif de sûreté.

Le danger du tir en milieu inflammable proviendrait de ce que des flammes secondaires, plus ou moins compliquées de flammes tertiaires, se produisent à air libre si la roche cède au passage de l'onde explosive ou avant que les réactions secondaires soient terminées. Même si les réactions secondaires sont terminées au moment où la roche cède, le danger des flammes tertiaires subsiste toujours. La gaine de sûreté tend vraisemblablement à étouffer à la fois les flammes secondaires et les flammes tertiaires, au moment où la roche cède, en créant un milieu poussiéreux peu favorable au développement d'une flamme, mais il ne paraît pas douteux qu'il puisse exister des explosifs qui soient de sécurité indépendamment de son emploi.

Les stations d'essais, en effet, ont tiré et tirent encore tous les jours des charges d'explosifs sans allumer le

grisou, et cela malgré l'existence de flammes secondaires. Il existe donc des circonstances de tir dans lesquelles l'inflammation du grisou ne se produit pas, et l'étude de ces circonstances peut conduire à une nouvelle théorie de l'explosif de sûreté qui soit indépendante du retard à l'inflammation et de l'instantanéité de la réaction explosive au passage de l'onde.

Dans le courant de cette année, la Station de Frameries (3) a émis l'opinion que la sécurité du tir pourrait dépendre simplement de la composition, de la pression et de la température des mélanges réalisés par les gaz d'explosifs avec le milieu grisouteux, et cette théorie est indépendante des facteurs: retard à l'inflammation et instantanéité de la réaction au passage de l'onde explosive, sur lesquels reposait la précédente théorie.

La nouvelle théorie est basée sur les considérations suivantes :

Les flammes secondaires sont produites en arrière du front de l'onde explosive par la combustion d'un mélange gazeux renfermant à la fois le comburant et le combustible, et qui peut donc brûler sans afflux extérieur de comburant. Quand l'échappement de ces gaz en combustion commence, au moment où la roche cède, la flamme doit nécessairement se maintenir plus longtemps au centre d'explosion, d'où proviennent les gaz, qu'à la périphérie de la masse gazeuse qui se détend. La périphérie doit être très rapidement formée de gaz brûlés. Les flammes secondaires, comme le montrent les photographies de flammes (4), affectent une structure en faisceau de dards très effilés, ce qui permet de croire que ces dards sont

(3) E. LEMAIRE. — Etude sur le problème de l'explosif de sûreté. *Annales des Mines de Belgique*, tome XXVII, 2^e livraison, 1926.

(4) E. LEMAIRE. — Inflammation du grisou par les lampes et les explosifs. *Annales des Mines de Belgique*, tome XXV, 1^{re} livraison, 1924.

entourés de gaz brûlés. S'il en était autrement, la flamme secondaire devrait être continue et elle n'affecterait pas la forme discontinue qui la caractérise. Il semble que les dards enflammés doivent s'entourer de gaz brûlés dès leur apparition et que cette gaine des gaz brûlés doit augmenter d'épaisseur à mesure que les dards s'effilent davantage.

Les flammes secondaires en forme de dards pénètrent donc vraisemblablement dans le milieu ambiant, entourées et précédées d'une avant-garde de gaz brûlés qui forme barrage entre la flamme et le milieu ambiant. La gaine de sûreté renforce vraisemblablement ce barrage par les produits pulvérulents qu'elle y ajoute, mais il peut arriver que le barrage soit suffisant par lui-même pour assurer la sécurité.

Comme tend à le démontrer un fait mis en évidence par la Station de Frameries (4) à savoir que le même mélange grisouteux brûle de manières très différentes suivant les circonstances du tir et l'explosif employé, il semble que les gaz d'explosifs se mêlent presque instantanément au milieu grisouteux en modifiant ses propriétés. Le barrage qui tend à s'établir entre la flamme de l'explosif et l'air grisouteux semble en réalité formé d'un mélange de gaz brûlés et d'air grisouteux, en sorte que la sécurité du tir dépend de la composition, de la pression et de la température de ce mélange ou, en d'autres termes, de la possibilité de développement d'une flamme tertiaire dans ce mélange.

Au programme de 1927, se trouve l'étude des conditions à remplir pour que de tels mélanges soient ininflammables.