

de charger la mine. La cartouche-amorce doit être chargée la dernière et descendue avec précaution. Les fils du détonateur seront d'abord reliés en court-circuit et les connexions ne seront établies qu'après chargement et bourrage de toutes les mines et quand tout est prêt pour le tir;

8°) Il n'est pas permis de laisser des détonateurs à découvert dans la zone de tir, particulièrement au voisinage de la gueule des fourneaux;

9°) Le câble électrique de tir ne peut passer au-dessus ni venir au contact de lignes d'éclairage ou de force motrice, non plus que de tuyauteries. Les extrémités de la ligne de tir seront mises en court-circuit jusqu'au moment de les raccorder à l'exploseur ou à la prise de courant;

10°) Les outils nécessaires au chargement des E. O. L. seront en bois de préférence, ou en cuivre, laiton ou autre matière ne donnant pas d'étincelles;

11°) Avant de charger, on inspectera tous les trous de mine et on y descendra un calibre en bois légèrement plus gros que la cartouche pour être sûr que celle-ci pourra passer librement;

12°) Si le surveillant a des doutes, il descendra la cartouche à la main au moyen d'un crochet en cuivre attaché à une ficelle ou au moyen de fil de cuivre souple;

13°) La première cartouche de toute mine devrait être introduite à la main et non en la laissant tomber; il est plus sûr d'engager toutes les cartouches à la main;

14°) En aucun cas, une cartouche calée ou restant suspendue ne doit être forcée, damée ou piquée avec effort pour dégager le trou de mine. Une cartouche ancrée sera abandonnée jusqu'à évaporation complète de l'oxygène.

Un bourrage trop énergique de la charge est à éviter dans tous les cas;

15°) En cas de raté, on attendra sans intervenir jusqu'à ce que l'oxygène soit évaporé. Le temps minimum requis varie de 5 à 48 heures; il dépendra de la profondeur et des caractéristiques de la charge (diamètre et longueur) (1);

(1) Dans les minières de Lorraine, on autorise la rentrée au chantier après une demi-heure d'attente.

Le tir à la mèche a fait l'objet d'une étude par une Commission spéciale dont le rapport a paru en 1934. Un extrait de ce travail fait suite à la présente note.

L. D.

16°) Les tas de cartouches à l'orifice du fourneau sont une pratique mauvaise. L'équipe de transport doit apporter les cartouches au fur et à mesure que le chargement avance;

17°) Les hommes nécessaires au chargement seront seuls au front de tir. Les autres s'écarteront comme s'il s'agissait du tir. Les hommes de l'équipe de tir éviteront de se grouper tout près d'un trou de mine;

18°) L'équipe du tir sera instruite des propriétés et des caractéristiques des E. O. L. de manière à bien se rendre compte de la signification des mesures de sûreté imposées;

19°) Le travail de chargement des mines sera conduit systématiquement d'après un plan imposé. Même avec les E. O. L., toute hâte exagérée doit être évitée.

Bibliographie.

Le mémoire se termine par une liste de 43 publications, presque toutes en anglais et en allemand, et un index analytique de 4 pages qui facilitera les recherches.

Compte rendu d'expériences sur certains risques spéciaux à l'emploi des explosifs à l'oxygène liquide

(Extrait d'un rapport de M. l'Inspecteur Général des Mines
de Berc.)

Annales des Mines, T. V, 2^e liv., 1934

Divers accidents ou incidents de tir relevés au cours des dernières années dans les mines de fer Lorraines où il est fait usage d'explosifs à l'oxygène liquide ont mis en évidence certains risques spéciaux à ces explosifs quand on les allume à la mèche. A la suite de ces constatations, les Services des mines de Nancy et de Strasbourg, d'accord avec l'Association minière d'Alsace et de Lorraine, ont entrepris de concert une série d'expériences destinées à mettre en lumière le mécanisme de ces phénomènes, à en mesurer les effets, enfin à vérifier l'efficacité pratique des divers types de mèches spéciales proposés par les fabricants en vue d'éliminer ces risques. Du rapport de cette commission se dégagent les enseignements suivants :

I. — DETONATIONS ANTICIPÉES.

Le risque d'une détonation anticipée est dû à ce que la mèche brûle, à l'intérieur du trou de mine, non pas dans l'air ordinaire, mais dans un courant d'oxygène gazeux dégagé continuellement par les cartouches imbibées d'oxygène liquide. Au premier point en ignition qui se manifeste à la surface de l'enveloppe entourant la mèche, la présence de l'oxygène pur entraîne une combustion accélérée de cette enveloppe, qui gagne de vitesse sur celle de l'âme en pulvérin et aboutit finalement à une mise à feu prématurée de la charge.

Les essais ont consisté à mesurer quantitativement l'accélération produite sur la combustion de la mèche, c'est-à-dire le rap-

port $\frac{t_0 - t}{t} = \delta$; t_0 durée normale de la combustion dans l'air:

t durée effective dans les essais. Ils ont été effectués suivant deux processus différents : 1° au laboratoire, en plaçant la mèche dans un tube d'acier de 50 millimètres de diamètre; 2° dans des trous de mines réels de longueurs échelonnées.

C'est la vitesse du courant d'oxygène qui influe principalement sur la valeur du coefficient d'accélération δ . Cette vitesse est elle-même fonction du débit d'oxygène dégagé par les cartouches, c'est-à-dire du diamètre et de la longueur de la charge.

L'accélération augmente rapidement avec la température (1 m. de mèche en courant d'oxygène brûle en 55 secondes à la température de 21° C et en 23 secondes à la température de 41° C).

Le bourrage a une influence très favorable, d'autant plus marquée que sa longueur est plus grande. L'humidité et la pression existant derrière le bourrage ne jouent qu'un rôle pratiquement insignifiant.

Les essais sans bourrage fournissent un renseignement essentiel, à savoir la vitesse de combustion de la mèche dans l'intervalle libre qui s'étend entre l'orifice et la rencontre du bourrage.

Les essais de laboratoire ont donné des combustions plus rapides que les essais en trous de mine, comme le montre le tableau comparatif suivant, des valeurs trouvées pour δ , avec une mèche du type courant (type M_1).

AU LABORATOIRE		EN TROU DE MINE	
Vitesse du courant d'oxygène cm/sec.	Valeur maximum de δ	Nombre de cartouches	Valeur maximum de δ
<i>Essais sans bourrage.</i>			
3,5 à 11,3	0,591	1	0,248
25,3	0,695	2	0,368
41,7 à 44,5	0,685	3	0,396
<i>Essais avec bourrage.</i>			
13,5	0,374	1	0,218
13,7 à 25,2	0,310	2	0,153
34 à 46,4	0,222	3	0,169

Les essais avec bourrage ont conduit à la constatation assez paradoxale que l'accélération de la combustion varie en sens inverse du débit d'oxygène, c'est-à-dire du nombre de cartouches.

La Commission, s'appuyant sur les résultats expérimentaux trouvés en trou de mine, et en tenant compte de la dispersion de ces résultats, a jugé prudent d'admettre avec la mèche ordinaire M_1 , pour la valeur du coefficient δ avec bourrage, quel que soit le nombre de cartouches, la valeur maximum trouvée dans le cas d'une seule cartouche, et pour la valeur de ce coefficient dans la partie libre du trou, les valeurs les plus défavorables (0,248, 0,368 et 0,396). D'après cela, la vitesse de combustion du mètre de mèche M_1 , qui est de 95 secondes dans l'air, serait réduite à 74 secondes dans le bourrage, et dans la partie libre à 71 secondes (1 cartouche), 60 secondes (2 cartouches) ou 57 secondes (3 cartouches).

A titre de conclusion pratique, la Commission a appliqué ces résultats aux chantiers ordinaires des mines de fer dont la longueur dépasse pas 100 mètres et dont l'évacuation par le personnel nécessite au maximum une centaine de secondes. En donnant au bourrage une longueur de 0^m,50, il suffira de donner à la partie de la mèche dépassant hors du trou une longueur de 0^m,50 pour assurer la sécurité, avec une marge de 13 secondes quand on ne tire qu'un seul coup. Si l'on tirait une volée de quatre coups, dont l'allumage exige 21 secondes, il faudrait avec le même bourrage augmenter de 22 centimètres la longueur de mèche dépassant hors du trou.

Avec les pétards peu profonds, bourrés jusqu'à l'orifice, longueur de bourrage 0^m,20, il faudrait une longueur de mèche hors du trou de 1 mètre pour un coup unique, de 1^m,22 pour une volée de quatre coups. Ces longueurs dépassent d'environ 0^m,20 celles qu'on adopte habituellement et elles devraient être imposées aux boutefeux par une consigne.

II. — DOUBLES DETONATIONS.

Ce phénomène, parfois constaté pour un coup de mine chargé de cartouches à l'oxygène liquide, occasionne une erreur sur le nombre des coups d'une volée effectivement partis et sur la possibilité de revenir au chantier. Il semble dû à la distillation progressive des produits goudronneux constituant habituellement

l'enveloppe de la mèche. Les hydrocarbures, en se mélangeant dans le trou de mine avec l'oxygène gazeux, finissent par constituer un mélange détonant qui s'allume au premier point en ignition rencontré, d'où une explosion accessoire qui peut précéder celle des coups de mine.

Cette explication d'ailleurs très plausible n'a pu être contrôlée.

III. — LONGS FEUX.

Un incident survenu au cours des essais a mis en évidence la possibilité de longs feux attribuables à l'emploi de l'oxygène liquide. Une mèche ayant raté, son extinction n'a pas empêché la propagation de l'inflammation par le papier baigné par le courant d'oxygène gazeux. Mais cette propagation s'est faite très lentement (168 secondes pour une longueur de mèche de 1,034) et a donné lieu à une explosion fortement retardée.

IV. — ESSAIS DE MECHEs SPECIALES.

Pour éviter l'accélération de la combustion, les fabricants ont essayé de composer l'enveloppe de la mèche de matières appropriées. On a notamment essayé :

- 1°) d'introduire dans l'enveloppe des sels métalliques abaissant la température des gaz distillés : mèche jaune M_2 ;
- 2°) d'y introduire des sels dégageant sous l'influence de la température des gaz, tels que CO_2 et SO_2 (carbonates ou bicarbonates, oxalates (mèches P) ou des sulfites (mèches Q) ;
- 3°) de substituer au goudron des bitumes contenant déjà de l'oxygène dans leur molécule (mèches du type R).

La Commission a procédé à des essais en tubes, sans bourrage. Les mèches à acide carbonique se sont montrées trop irrégulières pour pouvoir être retenues. Les mèches à SO_2 sont efficaces, mais ont été écartées eu égard à ce qu'elles rendent l'atmosphère du chantier irrespirable. Deux types de mèches R se sont montrées inefficaces quant au résultat cherché. La Commission n'a retenu comme satisfaisante que la mèche jaune M_2 pour laquelle le coefficient δ dans les conditions très sévères des essais n'a pas dépassé 0,035, et les mèches R_1 et R_2 pour lesquelles δ reste de l'ordre de 0,024 à 0,055.

Mais ces essais n'ayant porté que sur des mèches de fabrication récente, la Commission fait toutes réserves sur les effets que pourrait avoir la conservation des mèches dans l'humidité et, d'une manière générale, leur vieillissement. Les essais devraient être renouvelés sur mèche conservée huit jours dans des conditions sévères d'humidité, et de mois en mois sur des mèches d'approvisionnement.

Sous ces réserves prudentes, la Commission fait ressortir les avantages sérieux qu'on pourrait attendre de mèches de sécurité de bonne fabrication. Leur emploi, en faisant disparaître à la fois le danger de l'accélération de la combustion et la double détonation qui procède de la même cause, rendrait inutile d'imposer aux boutefeux des consignes spéciales qu'ils comprennent mal et qui risquent toujours de rester inexécutées. Cet emploi procurerait en outre une économie sensible sur le prix de revient du tir, le prix du mètre de mèche spéciale n'étant guère supérieur à celui d'une mèche ordinaire, et la consommation pouvant être moindre.

En terminant son analyse des travaux de la Commission, M. de Berc fait remarquer que les essais n'ont pas été assez nombreux, que les écarts des résultats d'expérience sont très dispersés, que les essais en trou de mine n'ont porté que sur un seul type de mèche. On ne saurait donc, en félicitant la Commission des résultats déjà obtenus, trop l'encourager à poursuivre ses travaux dans la voie féconde qu'elle s'est elle-même tracée.