

# Note sur l'usage des explosifs et sa réglementation dans certaines mines américaines

par J. LAURENT,

Ingénieur en Chef, Directeur des Mines.

Comme membre de la mission charbonnière, qui a fait dernièrement un voyage d'étude aux Etats-Unis à l'invitation de l'Economic Cooperation Administration (E.C.A.), l'auteur de ces lignes a eu l'occasion de visiter un certain nombre de mines de ce pays. Il a vu notamment deux mines de fer dans l'Etat de Michigan, une mine de cuivre dans l'Etat de Montana, une mine de zinc et de plomb dans l'Etat d'Utah, une mine de charbon dans l'Etat de Wyoming, trois mines de charbon dans l'Etat d'Illinois et deux mines de charbon dans l'Etat de West-Virginia. Il a visité en outre des tunnels et des puits en creusement et pris part à de nombreuses conférences entre la mission et des personnalités du « Bureau of Mines », du département des mines de l'Etat de West-Virginia et de l'industrie charbonnière du pays. Il a pu recueillir ainsi une documentation intéressante sur l'usage des explosifs et sa réglementation dans certaines mines américaines.

La présente note donnera dans un premier chapitre un aperçu des explosifs utilisés. Elle en exposera l'usage pour l'abatage et pour le creusement des boueux et tunnels dans les deuxième et troisième chapitres et le quatrième traitera de la réglementation.

## I. — EXPLOSIFS UTILISES

### 1) Dynamite.

Nous avons vu utiliser de la dynamite pour le creusement des boueux, tunnels et puits, ainsi que pour l'abatage du minerai dans les mines métalliques.

Le pourcentage de nitroglycérine variait de 25 à 60 %, mais on utilisait le plus fréquemment le type à 40 ou 45 %. Les cartouches avaient un diamètre de 25 ou de 50 mm et leur poids était généralement de 225 g. Toutefois, nous avons remarqué dans une mine des cartouches de 75 g et, dans une autre, des cartouches de 90 g.

Cet explosif était toujours employé sans bourrage.

### 2) Explosifs de sécurité.

Ces explosifs s'appellent « Permissible Explosives ».

Ils sont essayés et approuvés par le Bureau of Mines et considérés comme explosifs de sécurité pour le minage dans les mines grisouteuses et poussiéreuses.

Pratiquement, tous les explosifs de sécurité contiennent du nitrate d'ammonium, sensibilisé par une certaine quantité de nitroglycérine ou de nitroglycérine gélatinisée, de façon à permettre la détonation à l'aide d'un détonateur électrique n° 6.

Ils renferment 10 à 15 % de nitroglycérine ou de nitroglycérine gélatinisée, jusque 10 % de matières absorbantes, 50 à 80 % de nitrate d'ammonium et une faible quantité de sels refroidisseurs tels que le nitrate ou le chlorure de sodium. La nitroglycérine est remplacée parfois par le TNT ou un autre explosif appelé nitrostarch.

La composition de chacun des explosifs agréés est considérée comme secrète, de même que les résultats des essais effectués par le Bureau of Mines. Ce dernier ne donne connaissance aux usagers de la composition chimique, que lorsqu'il est désigné comme arbitre dans un litige entre fabricants et clients.

Les explosifs de sécurité sont gélatineux ou non. Les premiers ont un pouvoir brisant plus élevé et résistent mieux à l'eau. Ils sont tous caractérisés par leurs flammes courtes, de faible durée et de température relativement basse.

Leur vitesse de détonation moyenne est de 3.000 m/sec. Les explosifs à faible vitesse de détonation (1.500 à 2.100 m/sec) sont utilisés pour la production de gros charbon. Les explosifs à haute vitesse de détonation (2.200 à 4.100 m/sec) produisent plutôt du menu.

Les explosifs non gélatineux sont utilisés sur une grande échelle pour l'abatage du charbon, tandis que les explosifs gélatineux sont employés pour les travaux au rocher dans les mines de charbon, qui sont d'ailleurs assez rares.

La liste officielle des explosifs de sécurité, publiée par le Bureau of Mines, précise que ces explosifs ne sont considérés comme étant de sécurité que si les prescriptions suivantes sont observées lors de leur usage :

a) L'explosif doit être semblable en tout point à l'échantillon présenté aux essais par le fabri-

cant. En particulier, le diamètre de la cartouche ne peut être que celui qui a été approuvé.

- b) L'amorçage ne peut se faire par détonateur à mèche. Les détonateurs électriques employés doivent avoir une puissance au moins égale à celle du détonateur n° 6, dont la charge s'élève à 1 gramme d'un mélange de 80 parties de fulminate de mercure et de 20 parties de chlorate de potassium (ou leurs équivalents). La mise à feu doit être faite à l'aide d'un exploseur de sécurité.
- c) L'explosif doit être emmagasiné à la surface, dans des conditions telles qu'il ne puisse s'altérer, et il devra être utilisé 36 heures au plus tard après avoir été introduit dans les travaux souterrains.
- d) Le charbon à miner doit être havé ou dégagé d'une façon équivalente.

Sur toute sa longueur, la charge se trouvera au moins à 45 cm de toute face dégagée.

La mine doit être bourrée sur une longueur minimum de 60 cm à l'aide d'argile ou d'une autre substance incombustible. Si la longueur du fourneau ne permet pas de mettre la charge désirée et 60 cm de bourrage, la moitié de la longueur au moins sera occupée par celui-ci. Pour éviter que le fourneau ne s'avance au delà du massif havé, sa longueur sera inférieure de 15 cm au moins à la profondeur du havage ou de la face dégagée.

Quand le fourneau se trouvera contre le toit, le mur ou les parois, il sera distant de 15 cm au moins de leur surface devant être dégagée par le tir, sauf sur une longueur de 30 cm au fond du trou. Il ne pourra toutefois pas atteindre ces surfaces dans cette partie terminale.

Le fourneau doit être convenablement curé avant le chargement.

- e) Les environs de la mine doivent être protégés, par schistification ou autrement, conformément aux instructions du Bureau of Mines.
- f) Le minage ne peut avoir lieu en présence d'un « pourcentage dangereux » de grisou. A cette fin, dans les mines grisouteuses, l'atmosphère sera inspectée aux environs de la mine, avant et après le minage.
- g) La charge limite ne dépassera pas 680 g par fourneau. Elle peut cependant atteindre le double, soit 1.360 g (3 lbs) si l'on observe les conditions supplémentaires ci-après :

- 1) Les fourneaux auront au moins 1,80 m de longueur;
- 2) Les cartouches seront chargées en train continu. Elles seront en contact l'une avec l'autre et les terminales toucheront respectivement le fond du trou et le bourrage. Les cartouches déformées ou écrasées seront écartées;
- 3) L'explosif devra appartenir à l'une ou l'autre des classes A et B définies ci-dessous.

La galerie d'essais de Bruceton (Pennsylvanie), où sont éprouvés les explosifs de sécurité, a un diamètre minimum de 6' 1/3 (1,87 m), correspondant à une section de 2,75 m<sup>2</sup>. Comme celle de l'I.N.M. à Pâturages a une section de 2 m<sup>2</sup> et que l'on sait que la charge limite d'un

explosif de sécurité diminue avec la section dans laquelle il saute, il n'est pas possible de comparer aux nôtres les explosifs de sécurité américains, sous le rapport de la charge limite.

Les explosifs de sécurité sont classés en trois catégories, d'après la quantité de gaz toxiques contenue dans les fumées. La catégorie A est celle des explosifs dont une charge de 680 g dégage au maximum 53 litres de gaz toxiques. Si cette quantité est comprise entre 53 et 106 litres, l'explosif passe dans la catégorie B et il entre dans la catégorie C si le dégagement varie de 106 à 158 litres. L'explosif n'est plus considéré comme étant de sécurité si on a plus de 158 g de gaz toxiques.

Des expériences furent effectuées sur un explosif dégageant la quantité maxima de 158 litres, pour une charge de 680 g. Elles montrèrent qu'en faisant sauter celle-ci dans une galerie étroite, sans ventilation artificielle, l'atmosphère se chargeait d'une certaine quantité d'oxyde de carbone. La teneur mesurée deux minutes après le tir atteignait 0,18 % et elle était tombée à 0,08 % deux minutes plus tard.

La liste officielle des explosifs de sécurité comprend 178 types, provenant de 16 fabricants différents; 155 sont non gélatineux et 23 gélatineux.

Au point de vue de la quantité de gaz toxiques contenus dans les fumées, tous ces explosifs, à l'exception de deux, sont rangés dans la classe A ou la classe B.

Le diamètre minimum de cartouche, imposé par le décret d'agrément, varie de 22 à 35 mm, mais les fabricants font des cartouches dont le diamètre atteint jusque 100 mm.

Les explosifs de sécurité gainés sont connus depuis de nombreuses années aux Etats-Unis et dans la liste officielle des épreuves imposées pour l'agrément, des essais spéciaux sont prévus pour les explosifs gainés. Ceux-ci ne sont plus employés pour le moment. On les a utilisés régulièrement autrefois dans des mines de charbon de l'Utah, où ils ont donné entière satisfaction. On ne s'en sert plus parce qu'ils coûtent plus cher et que le règlement ne les impose pas.

Le Bureau of Mines souhaiterait cependant que leur usage se développe. Il ne peut l'imposer parce que le régime fédéral des Etats-Unis laisse à chaque Etat le soin de légiférer en matière minière.

### 3) Détonateurs et mèches.

Comme en Belgique, on utilise des détonateurs à mèche et des détonateurs électriques instantanés ou à retardement. Certains fabricants produisent des détonateurs semblables aux nôtres, mais la série comporte parfois 14 retards au lieu de 10.

Dans les mines métalliques, on emploie encore beaucoup les détonateurs à mèche et on réalise parfois un tir à temps en utilisant des mèches de longueur différente.

Dans une mine métallique de l'Etat d'Utah, nous avons vu pratiquer le tir à retard à l'aide de deux sortes de mèche.

La première était la mèche ordinaire, qui brûle à la vitesse de 30 cm en 45", et la seconde était une mèche à combustion rapide appelée Prima Cord.



brûlant à la vitesse de 30 cm en 18". Tous les détonateurs étaient amorcés à l'aide de morceaux de mèche ordinaire d'égale longueur et ces divers morceaux étaient reliés à l'aide de raccords spéciaux, à exécution rapide, à une mèche unique de Prima Cord. Les raccords sont alignés sur cette mèche dans l'ordre où les mines correspondantes doivent sauter.

La mèche Prima Cord résiste à l'humidité pendant 24 heures. On la transporte dans les travaux souterrains en boîtes à double fond avec exsiccateur.

Le chef du service Santé et Sécurité du Bureau of Mines nous a déclaré que le tir à la mèche était encore pratiqué dans certaines mines de charbon, mais que son Administration cherchait à l'interdire.

Les exploitants des mines américaines ne sont pas d'accord sur l'endroit où il y a lieu de mettre la cartouche amorce dans un fourneau. Quant au Bureau of Mines, il estime qu'il est indifférent de la mettre à l'un ou l'autre point de la charge. Pour l'explosif de sécurité, la firme du Pont de Nemours, qui est une des plus importantes productrices d'explosifs des Etats-Unis, recommande d'introduire la cartouche amorce la première dans un fourneau. Le Bureau of Mines déclare qu'il est toujours préférable de placer la cartouche amorce de telle sorte que la charge du détonateur soit dirigée vers la partie la plus importante de la charge.

#### 4) Mise à feu.

La mise à feu se fait de différentes façons. Certaines mines emploient des explosifs contenant, soit une génératrice électrique comme les nôtres, soit une pile sèche. Dans d'autres mines, la ligne de tir se raccorde au fil de trolley ou à l'accumulateur des lampes au chapeau individuelles. Cet accumulateur ne permet guère de faire sauter qu'une seule mine à la fois, mais il suffit souvent pour le tir en charbon, car certains règlements d'Etat ne permettent pas d'en faire sauter plusieurs simultanément.

Les explosifs agréés sont de deux types. Le premier permet de faire sauter une seule mine, tandis que le second convient pour des salves de 10 mines. En 1947, il y avait 19 explosifs agréés du premier type et 2 du second.

Ces deux derniers sont l'un à accumulateur et l'autre à génératrice. Le premier doit permettre de faire sauter 10 mines en série dans un circuit de 25 ohms et l'autre dans un circuit de 50 ohms.

Les explosifs agréés ne peuvent évidemment être utilisés que pour des tirs peu importants. Lorsque les salves comprennent de nombreuses mines, telles celles de certains tirs à retardement, la mise à feu se fait à l'aide du courant du réseau et l'on fait les connections en séries parallèles. Toutes les mines amorcées à l'aide d'un détonateur de même temps sont reliées en série et les différentes séries sont connectées en parallèle.

#### 5) Cardox et Airdox.

Le principe du minage à l'acide carbonique liquide, comprimé à haute pression, est suffisamment connu pour qu'il soit nécessaire de le rappeler ici.

C'est la « Cardox Corporation » de Chicago (Illinois) qui a mis au point ce procédé de minage et lui a donné son nom. Les tubes du type B 37 ont été agréés en Belgique, après essais à l'I.N.M. pour l'abatage du charbon dans les mines grisouteuses. La décision a été prise le 11 juin 1947, sous le n° 13 D/6167, et elle spécifie que le procédé peut être utilisé sans danger en présence d'une atmosphère grisouteuse.

Il est intéressant de signaler ici que le Bureau of Mines ne considère les tubes agréés comme étant de sécurité que si les conditions suivantes sont observées lors de leur usage :

- 1) Le tube doit être identique en tout point à l'échantillon présenté aux essais;
- 2) Les conditions d'agrégation relatives à la charge, à l'épaisseur du disque de rupture et au poids de la cartouche chauffante, doivent être strictement observées;
- 3) Les fils de la ligne de tir ne peuvent être reliés au tube que lorsque celui-ci est introduit dans le fourneau;
- 4) On ne peut miner en présence d'un pourcentage « dangereux » de grisou;
- 5) La mise à feu ne peut être faite qu'à l'aide d'un explosif et après retrait du personnel à plus de 30 m du tube. Il doit en outre être séparé de ce tube par un ou si possible deux angles droits de la galerie;
- 6) Le chargement du tube en acide carbonique et le placement dans celui-ci de la cartouche chauffante ne peuvent se faire dans les travaux souterrains;
- 7) Le charbon à miner doit être havé ou dégagé de façon équivalente et la longueur du fourneau doit avoir au minimum 15 cm de moins que la profondeur du havage ou la longueur de la face dégagée. En outre le trou doit se trouver à plus de 15 cm du havage ou de la face dégagée.

La firme Cardox a mis au point un procédé d'abatage à l'air comprimé à haute pression, auquel elle a donné le nom d'Airdox.

Il a fait l'objet d'un article paru sous la signature de M. J. Fripiat, Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines dans la livraison de janvier 1950 des « Annales des Mines de Belgique ». Cet article donne la description et les avantages du procédé, d'après la « Information Circulaire 7480 » du Bureau of Mines.

Nous nous contenterons donc de compléter ici la description de ce procédé par quelques données recueillies sur place.

Le compresseur est d'un seul type standardisé. Il a une puissance de 50 CV, aspire 1,5 m<sup>3</sup> d'air par minute et le comprime à 840 kg par cm<sup>2</sup>.

L'appareil de manœuvre consiste en un truck, monté sur pneus, et portant quatre robinets à trois voies et un manomètre. Il se raccorde à la tuyauterie d'alimentation par un joint à baionnette, rapide et étanche. Les quatre robinets sont reliés à quatre tuyaux flexibles conduisant l'air comprimé à quatre cartouches. Le préposé admet d'abord celui-ci dans la première cartouche en ouvrant le premier robinet. Lorsque le manomètre indique que la pression a atteint 700 kg, il met le robinet en



communication avec l'extérieur; l'air comprimé sort en même temps de la cartouche en se répandant dans le fourneau et fait sauter le massif. Il procède ensuite de la même façon pour les trois cartouches suivantes. Il faut une minute à peine pour faire fonctionner les quatre cartouches.

Dans le chapitre suivant, qui traite de l'usage des explosifs, nous exposerons les résultats de ce procédé de minage.

6) Poudre noire.

Signalons pour mémoire que la poudre noire est encore utilisée assez souvent dans les mines métalliques et les charbonnages, notamment pour l'abatage du charbon. Le Bureau of Mines considère que la poudre noire est dangereuse dans les mines de charbon. Comme il n'a pas le pouvoir de la proscrire, il en déconseille l'emploi.

II. — EMPLOI DES EXPLOSIFS POUR L'ABATAGE

1) Abatage du minerai de fer à la mine Sherwood à Iron River (Michigan) de la Inland Steel Company.

Le minerai est un mélange d'hématite et de limonite à 57 % de fer. Il se présente en une couche en dressant oblique d'environ 30 m de puissance.

Entre les deux niveaux délimitant un étage de 60 m de hauteur, on prend des panneaux de 24 m de longueur en direction.

Dans ceux-ci, les fronts sont disposés en gradins renversés de 9 m de hauteur, progressant du mur vers le toit.

A mi-hauteur de chacun des gradins, une galerie d'accès est percée au milieu du panneau et l'abatage commence à l'extrémité de cette galerie, en se développant en hémicycle. Le détail de cette exploitation et de celles qui vont suivre est exposé dans le rapport d'ensemble que la mission a rédigé. Nous donnons ici une coupe passant par les gradins.

Le minage se fait en trois stades, à l'aide de dynamite à 45 ou 60 % de nitroglycérine. Le mineur se tient sur une galerie horizontale G, faisant le tour

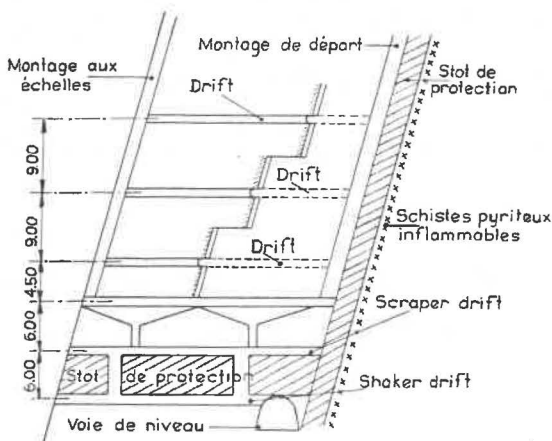


Fig. 1.

de l'hémicycle précité. Il mine d'abord normalement à celui-ci, pour approfondir la banquette sur laquelle il se tient. Il fore ensuite des mines de 4,50 m vers le haut, puis des mines de 4,50 m vers le bas.

La charge maximum est de 15 cartouches de 225 g, soit 3,375 kg.

L'amorçage se fait au détonateur à mèche, placé vers le milieu ou le tiers de la charge; on met parfois deux détonateurs par mine.

Il n'y a pas de bourrage. En cas de raté, on attend une demi-heure, puis on remet dans le trou une deuxième charge ou l'on débouffe par injection d'eau.

On débite les gros blocs à l'aide de pétards simplement posés sous ces blocs.

2) Abatage du minerai de cuivre à la mine « Mountain Consolidated Mines » à Butte (Montana), de la Anaconda Copper Mining Company.

Le minerai est sulfuré et contient de la chalcopryrite et de la bornite; sa teneur moyenne en cuivre est de 5 à 6 %. Le filon était vertical et avait 9 m de puissance.

L'abatage se fait par brèches montantes, comprenant deux havées de 1,60 m de largeur chacune, progressant de la partie inférieure de l'étage au sommet de celui-ci, qui a 42 m de hauteur.

La brèche montante, qui a donc 3,20 m de largeur et 9 m de longueur entre les épontes, progresse par tranches horizontales de 2,40 m de hauteur. Dans chacune d'elles, le mineur fait d'abord une amorce (marquage) au milieu de la longueur et poursuit ensuite l'abatage de celle-ci vers chacune des épontes.

Les mines ont au maximum 3 m de longueur et reçoivent une charge de 4 à 5 cartouches de 225 g de dynamite, à 25 ou 45 % de nitroglycérine. Ces cartouches ont 25 mm de diamètre, il n'y a pas de bourrage et on amorce à l'aide d'un seul détonateur à mèche placé au fond du trou. Les ratés se traitent comme à la mine précédente.

3) Abatage du minerai de zinc, plomb et argent à la « Bingham Mine » à Bingham Canyon (Utah), de la Smelting, Refining and Mining Company.

Le filon que nous avons vu en exploitation était vertical et avait une puissance de 2,40 m. Le minerai était sulfuré et contenait en moyenne 12 % de plomb, 3 à 4 % de zinc et 0,265 % d'argent.

L'abatage se fait comme à la mine précédente, mais les étages ont 60 m de hauteur et les havées 1,80 m de largeur.

Le minerai est enlevé par panneaux de 1,80 m × 1,80 m × 2,40 m, correspondant aux dimensions du réseau orthogonal de boisage.

On y fait trois rangées de quatre mines de 1,80 m de longueur et de 43 mm de diamètre, que l'on charge à l'aide de dynamite à 40 % de nitroglycérine. On amorce à l'aide d'un détonateur unique à mèche, placé au fond du trou. On consomme environ 500 g d'explosif par tonne de minerai.



On pratique le tir à retard en utilisant, comme il est exposé ci-dessus, de la mèche ordinaire et de la mèche Prima Cord.

Signalons qu'à cette mine, la Direction interdit le débitage des gros blocs à l'aide de pétards à l'air libre et le débouillage à l'eau des mines ratées.

- 4) **Abatage du charbon** dans la couche n° 3 de la mine Stansbury, près de Rock Springs (Wyoming), de la « Union Pacific Coal Company ».

La couche inclinée à 12° présente une ouverture de 2,40 m, mais on laisse 30 cm de charbon au toit pour améliorer sa tenue.

On exploite par chambres montantes de 7,20 m de largeur, où l'on fait d'abord, au mur, un havage de 2,70 m de profondeur.

On mine alors successivement les deux moitiés de la chambre, dans chacune desquelles on fore des mines de 2,40 m : cinq au toit et trois ou quatre en dessous. Celles-ci reçoivent une charge de cinq cartouches de 225 g d'explosif de sécurité, que l'on amorce par un détonateur électrique placé dans la dernière cartouche introduite, vers le fond du trou. On bourre d'argile jusqu'à l'orifice et on fait sauter une mine à la fois.

- 5) **Abatage du charbon** à la mine New Cathleen à Du Quoin (Illinois) de la Union Colliery Company à Dowell (Illinois).

La couche exploitée est tout à fait plate et a une ouverture de 1,80 m à 2,10 m, mais on n'enlève que 1,50 m à 1,65 m afin d'avoir un meilleur toit. Les chambres ont 4,50 m de largeur et l'abatage commence par un havage au mur de 2,70 m de profondeur. On fait ensuite tomber le charbon par trois rangées de trois tubes d'Airdox.

Nous nous étendrons plus longuement ci-après sur ce système d'abatage, que nous avons vu employer à plusieurs mines.

- 6) **Minage en mur** à la mine précédente.

A la mine New Cathleen, le charbon est transporté par courroie depuis les stations terminus des shuttle-cars jusqu'en tête du triage lavoir. Le matériel est transporté en wagonnets tirés par locomotives à trolley. Aux endroits où celles-ci croisent les courroies, on creuse dans le mur pour faire passer les locomotives sous la courroie.

Les mines ont 2,10 m de longueur et sont chargées à l'aide d'explosif de sécurité, qui se présente en cartouches de 225 g et de 50 mm de diamètre. On met habituellement, dans chaque fourneau, une quantité égale à la charge limite qui est de 1.350 g.

On amorce avec un seul détonateur électrique, placé dans la dernière cartouche introduite et vers le fond du trou. Le règlement ne permet de faire sauter qu'une mine à la fois, mais on peut cependant pratiquer le tir à retardement à l'aide d'amorces du type Ventless Delay, qui sautent, paraît-il, à un dixième de seconde d'intervalle.

On ne peut miner pendant les deux postes de travail au cours desquels on fait de l'abatage sans interruption.

Les gros blocs de charbon sont débités aussi à l'aide de pétards chargés d'explosif de sécurité.

- 7) **Abatage du charbon** à la mine n° 43 à Harrisburg (Illinois) de la Peabody Coal Company.

La couche est horizontale et a une ouverture de 1,50 m.

On exploite par chambres de 7,80 m de largeur. L'abatage se fait à l'Airdox, après havage préalable, comme à la mine précédente.

- 8) **Abatage du charbon** à la mine n° 1 à Du Quoin (Illinois) de la Peabody Coal Company.

La couche est plate et son ouverture est de 2,70 m à 3 m. On en laisse 50 à 60 cm au toit pour améliorer la tenue de celui-ci.

On exploite par chambres de 7,80 m de largeur, comme à la mine n° 43.

L'abatage se fait aussi par havage et minage.

On utilise l'Airdox partout, sauf dans un quartier qui n'est pas encore raccordé au réseau d'air comprimé à haute pression.

Dans ce quartier, on mine à l'explosif de sécurité, qui se présente en cartouches de 15 cm de longueur et de 44 mm de diamètre, pesant 225 g. Sur la largeur de la chambre, on fore quatre rangées de quatre trous horizontaux, de 2,20 à 2,40 m de longueur, qui reçoivent chacun une charge d'une cartouche et demie. On amorce à l'aide d'un détonateur électrique instantané. On fait sauter les mines par volées de 6 ou 7, à un moment où il n'y a personne dans le quartier.

L'explosif est descendu au fond dans des wagonnets à caisse en bois, doublée intérieurement de caoutchouc et cadennassée.

Ces wagonnets ne peuvent être tirés que par des locomotives à accumulateurs. Les détonateurs sont transportés séparément.

Le dépôt de la surface peut contenir la consommation de plusieurs semaines et il existe au fond un petit dépôt qui peut renfermer la consommation d'une journée.

Signalons ici que certains exploitants américains laissent un vide entre la charge et le fond du trou ou le bourrage, ou même des deux côtés, dans le but d'obtenir un rendement en gros plus élevé. Dans l'Etat de Pennsylvania, cette pratique n'est permise que moyennant une autorisation de l'Administration des Mines.

- 9) **Abatage du charbon** à la mine n° 28 à Verdunville (West-Virginia) de la Island Creek Coal Company.

On exploite une couche horizontale de 1,20 m à 1,50 m d'ouverture par chambres de 5,70 m à 6 m de largeur. Pour l'abatage, on hève d'abord sur 2,40 m de profondeur. On fore alors quatre trous à 45 cm sous le toit et légèrement montant vers celui-ci, les trous extrêmes se trouvant à 60 cm des parois. Ces derniers reçoivent une charge de 675 g d'explosif de sécurité, tandis que les autres ont 450 g. On bourre à l'argile jusqu'à l'orifice du trou



et on fait sauter une mine à la fois. Les fourneaux ont 47 mm de diamètre.

10) **Abatage du charbon** à la mine n° 1 à Coalwood (West-Virginia) de la Olga Coal Company.

La couche est sensiblement horizontale et a 1,80 m à 2,40 m d'ouverture. On exploite par traçage et défilage, les piliers étant déhouillés par passes de 2,50 m à 3 m de largeur.

On commence l'abatage par un havage à mi-hauteur de la couche, puis on fait sauter trois mines de 2,10 m au toit et 3 au mur. Chacune d'elles reçoit au maximum cinq cartouches de 150 g d'un explosif de sécurité appelé Monobel C. On fait sauter une mine à la fois, en commençant par les mines du toit et par la mine centrale.

L'amorçage se fait à l'aide d'un détonateur électrique placé dans la première cartouche introduite.

11) **Abatage à l'Airdox.**

Nous terminerons ce chapitre par quelques renseignements pratiques sur l'abatage à l'Airdox, qui nous ont été donnés par un représentant de la firme qui fabrique tout le matériel nécessaire à ce procédé de minage : compresseurs, tuyaux et tubes.

L'Airdox est utilisé dans 175 mines de charbon américaines, qui possèdent 400 compresseurs et produisent 20 % de la production du pays obtenue par minage.

Un compresseur permet de tirer un coup par minute et de donner à chaque coup 5 à 6 tonnes métriques de charbon. On estime qu'un compresseur peut fournir 675 tonnes métriques par poste de 8 heures.

Il existe des groupes moteur-compresseur roulants, qui peuvent circuler dans les travaux souterrains.

Nous n'avons vu utiliser l'Airdox que pour l'abatage du charbon, mais le constructeur prétend que toute roche qui peut être forée doit sauter à l'Airdox. Nous ne pensons pas cependant que l'Airdox puisse remplacer souvent l'explosif ordinaire pour le minage en roche. En effet, la moindre brisance de l'Airdox constitue un de ses avantages pour le minage en charbon et nous avons constaté, dans une mine où l'abatage du charbon se faisait à l'Airdox, que l'on employait l'explosif pour miner en mur, bien que celui-ci ne fût pas très dur et que l'exploitant eût intérêt à utiliser l'Airdox. En effet, dans les mines américaines, le constructeur loue généralement son matériel en faisant payer une redevance à la tonne de charbon abattue. L'exploitant ne paie donc rien lorsqu'il mine en roche.

Le prix de revient du minage en charbon à l'Airdox est un peu inférieur à celui du minage à l'explosif de sécurité. Le prix de revient de l'abatage du charbon au Cardox est égal ou supérieur de 1 F à 1,50 F à la tonne à celui du minage à l'Airdox.

A l'étranger, le fabricant ne loue pas, mais vend son matériel. Un compresseur et 1.500 m de tuyaux en acier sont vendus 25.000 dollars (1.250.000 F) fob. Le compresseur seul coûte 90 % de ce prix.

Le minage à l'Airdox présente les avantages suivants :

- 1) il augmente considérablement le rendement en gros;
- 2) il réduit l'émission de poussières et la quantité d'eau nécessaire pour combattre celles-ci;
- 3) il peut être pratiqué pendant les postes d'abatage;
- 4) on peut l'appliquer dans les couches dont le toit est assez mauvais;
- 5) il produit un charbon moins fragile, qui supporte mieux le transport et est donc recherché par la clientèle;
- 6) il réduit les frais d'entretien des chargeuses.

Dans trois mines importantes de l'Etat d'Illinois, où le règlement ne permettait de miner en charbon, à l'explosif de sécurité, qu'entre les deux postes, l'application de l'Airdox a permis de porter la production de 7.000 à 11.000 tonnes métriques parce que ce procédé de minage peut être pratiqué pendant les postes.

Le constructeur recommande d'avoir au moins 900 m de canalisations en acier entre les compresseurs et les fronts afin d'avoir une réserve d'air comprimé et un fonctionnement régulier.

L'étanchéité des tuyaux est tellement bonne que, si on laisse les tuyaux sous pression à la fin du deuxième poste du vendredi, on les retrouve pratiquement à la même pression le lundi matin.

L'Airdox est considéré aux Etats-Unis comme étant de sécurité vis-à-vis du grisou. La détente brusque de l'air comprimé provoque un abaissement sensible de la température, mais nous n'avons pu savoir si l'on a fait des essais pour s'assurer que l'effet mécanique d'une fuite provoquée par la rupture d'une conduite ne pouvait pas enflammer un mélange grisouteux explosible. Si des essais effectués par l'Institut National des Mines nous donnaient cette certitude, on pourrait conclure que le minage à l'Airdox constitue un procédé d'abatage du charbon de toute sécurité pour nos mines et qu'il serait peut-être intéressant de l'essayer.

### III. — EMPLOI DES EXPLOSIFS POUR LE CREUSEMENT DES BOUVEAUX ET TUNNELS

1) **Bouveau en creusement** dans la mine de fer Homer, à Iron River (Michigan), de la M.A. Hanna Company (filiale de la National Steel Corporation).

La figure 2 donne le schéma de tir. Chacune des trois mines de bouchon b a 1,50 m de longueur et reçoit cinq cartouches de 225 g de dynamite. Toutes les autres mines reçoivent sept cartouches, à l'exception des mines de pied qui en ont neuf. Les mines parallèles à l'axe du nouveau ont 2,40 m de longueur et on fait une havée de 2,20 m à chaque tir. Comme il y a 31 fourneaux, la charge totale est de 221 cartouches de 225 g, soit 50 kg.

On réalise un tir à retard en amorçant à l'aide de détonateurs à mèches de longueur différente.

Le forage se fait à l'aide d'un Jumbo à deux bras, portant chacun un marteau-perforateur de 45 à

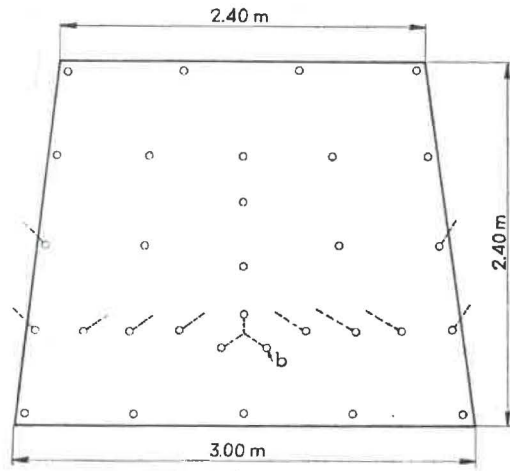


Fig. 2.

50 kilos. Les terres sont chargées par chargeuse Eimco 21 dans des wagonnets de 3,4 m<sup>3</sup> de capacité, qui sont amenés jusqu'à front par une locomotive électrique à trolley. On réalise un avancement de deux havées en trois postes.

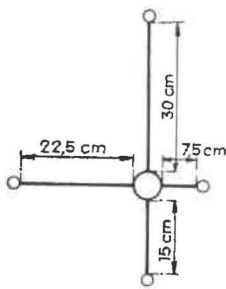


Fig. 3.

Il n'y a que deux hommes par poste pour assurer tout le travail de forage, minage, chargement et transport des terres et boisage.

L'avancement par homme/poste était donc de 73 cm, mais il y a lieu de noter que ce bouveau venait de commencer et que les terres ne devaient pas aller bien loin.

Le salaire convenu était de 9,5 dollars par pied, soit 1,583 F par mètre, mais les ouvriers paient les explosifs. Quand le travail avance normalement, les bouveleurs gagnent environ 1,060 F par jour.

Il est curieux de constater que la consommation de dynamite est deux fois plus élevée que chez nous, car elle atteignait ici 1,40 kg par tonne de pierres.

## 2) Bouveau en creusement dans la mine de cuivre « Mountain Consolidated Mines » à Butte (Montana) de la Anaconda Copper Mining Company.

Ce bouveau avait sensiblement la même section que le bouveau précédent. Le schéma de tir comporte un bouchon canadien (Fig. 3), comprenant un trou central vide de 50 mm de diamètre et quatre trous chargés. Il y a en tout de 22 à 36 trous, de 50 mm de diamètre et de 2,10 m à 2,25 m de longueur, qui reçoivent une charge de dynamite. On utilise aussi un Jumbo à deux marteaux perforateurs et une chargeuse à air comprimé Eimco. Il y a

deux hommes par poste pour faire tout le travail, mais on en ajoute un troisième lorsqu'il faut boiser.

Quand on ne boise pas, on fait généralement un cycle par poste, ce qui donne un avancement de 2 m par poste ou de 1 m par homme/poste. Lorsqu'il faut boiser, un premier poste de deux hommes boise, fore et mine et le poste suivant comprend un seul homme qui charge. On réalise ainsi un avancement de 1,95 m en deux postes, ce qui correspond à 65 cm par homme/poste.

## 3) Tunnel en creusement à Butte (Montana), pour réunir une ligne de chemin de fer aux mines Lexington et Alice de l'Anaconda Copper Mining Company.

La section de ce bouveau et le schéma de tir sont représentés à la figure 4. Il y a 22 fourneaux de 32 mm de diamètre et de 2,70 m de longueur, dont un ne reçoit pas de charge pour former un bouchon canadien. On mine à retardement avec des détonateurs électriques de six temps différents, mais le bouchon saute séparément. On emploie de la dynamite à 45 % de nitroglycérine, à raison de dix à douze cartouches de 180 g par trou.

Le détonateur se met dans la première cartouche introduite, mais il est tourné vers l'orifice du trou. Le courant de minage est pris au réseau.

La roche recoupée était un granit altéré, de dureté moyenne.

Le forage se faisait à l'aide d'un Jumbo à deux bras, portant chacun un marteau-perforateur de 59 kg, et on chargeait à l'aide d'une chargeuse Eimco 21, dans des wagonnets contenant 3 t de

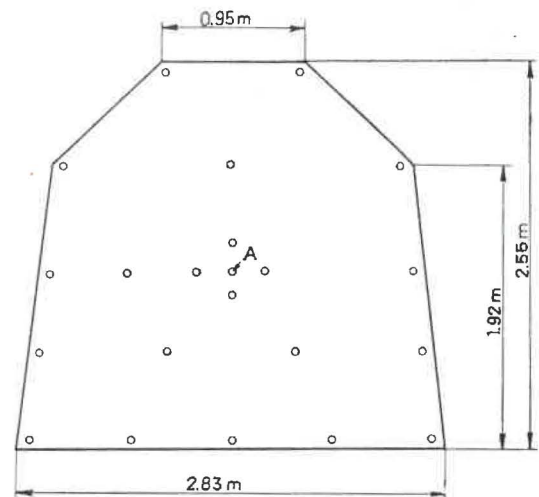


Fig. 4. — Le trou central A reste vide.

Il est distant de 15 cm de chacun des quatre fourneaux qui l'encadrent.

pierres, à culbutage latéral automatique, et tirés par une locomotive à accumulateurs.

Les voies ont 45 cm d'écartement et sont établies en rails de 50 kg par mètre courant.

On travaillait à trois postes, comprenant chacun deux hommes, mais il y avait en outre deux surveillants pour les trois postes. L'avancement journalier moyen était de 3,50 m, ce qui donne un ren-



dement de 44 cm par homme/poste. Il convient de signaler que ce tunnel venait de commencer.

Le temps consacré aux diverses opérations se répartissait comme suit : forage : 3 heures; minage : 45 minutes; chargement des terres : 4 à 5 heures et boisage : 1 heure. Ce boisage se faisait à l'aide de bois équarris, assemblés par tenons.

4) **Tunnel en creusement** pour créer un nouveau débouché à la « Bingham Mine » à Bingham Canyon (Utah) de la U.S. Smelting, Refining and Mining Company.

Ce tunnel, confié à un entrepreneur spécialisé, était creusé à une section presque semi-elliptique, analogue à celle que donnent nos cintrages moyens. La largeur à la base était de 3 m et la hauteur de 3,60 m. Lors de notre visite, la largeur à la base atteignait 4,80 m, pour aménager une station de croisement.

Il a été commencé le 21 décembre 1948 et son achèvement était prévu pour avril 1951. Il avait 4,770 m de longueur lors de notre visite en octobre 1950 et on recoupait une roche pyriteuse à grain fin, dont la dureté pouvait se comparer à celle de nos grès.

Ce tunnel n'avait aucun soutènement sur de grandes longueurs; en certains endroits, il y avait des cadres en acier rigides ou des cadres de boisage à éléments équarris. Quelques cadres de ce type, réalisant un polygone à sept côtés, venaient d'être placés à front. Il y avait aussi quelques passes bétonnées.

Nous n'avons pu prendre connaissance du schéma du tir, mais on nous a donné les renseignements suivants. Dans la grande section des fronts, on faisait 50 à 60 mines de 2,40 m de longueur par passe, avec bouchon pyramidal. On minait à temps à l'aide de détonateurs électriques et on mettait une seule amorce par fourneau dans la première cartouche introduite. L'explosif employé était de la dynamite à 40 % de nitroglycérine et il n'y avait pas de bourrage. La consommation s'élevait à 1,11 kg par tonne de pierres.

On forait à l'aide d'un Jumbo Ingersoll Rand DA-35 à quatre marteaux-perforateurs et monté sur boggies. Les taillants coniques amovibles avaient 43 mm de diamètre. Le chargement se faisait à l'aide d'une grosse chargeuse électrique Conway 60, avec pelle de 0,55 m<sup>3</sup> de capacité, comportant une courroie transporteuse pour le chargement en wagon; le moteur de la pelle avait une puissance de 75 CV et celui de la courroie 30 CV.

Les wagons avaient une capacité de 3,5 m<sup>3</sup> et étaient tirés par rames de dix par des locomotives à trolley ou à accus, roulant sur des voies de 90 cm d'écartement, établies en rails de 35 kg/m.

L'avancement journalier a atteint 21 m pour trois postes en section normale et il était de 9 m dans le tronçon à grande section où on était arrivé lors de notre visite. Par poste, le personnel se composait de 4 mineurs, 4 aides, 1 outilleur graisseur, 1 chargeur, 1 ajusteur spécialiste, 3 machinistes de locomotive, 3 serre-frein et un porion boutefeu. Pour le poste de jour seul, il y a en plus 5 poseurs de voie.

Il y a donc au total 23 personnes au premier poste et 18 à chacun des deux autres.

L'avancement par homme/poste était donc de 36 cm à section normale et de 15 cm à grande section. En ne comptant pas les machinistes de locomotive et les serre-frein, ces avancements deviennent respectivement 51 cm et 22 cm.

Dans la section de grande largeur, les temps consacrés aux différentes opérations se décomposent comme suit : forage : 2 heures; minage : 1/2 heure et chargement : 1 h 1/2.

Les salaires horaires étaient les suivants : surveillant et chargeur : 116 F; mineur : 92,50 F et aide-mineur : 82,50 F.

Nous avons visité un fonçage de puits et deux avaleresses, mais nous n'avons pu recueillir de renseignements précis sur le minage dans ces travaux.

#### IV. — REGLEMENTATION DE L'USAGE DES EXPLOSIFS

Le régime fédéral des Etats-Unis laisse à chacun des Etats le soin de légiférer en matière minière et la Police des Mines leur appartient également. Le Bureau of Mines, qui constitue l'Administration des Mines fédérale, a établi aussi un règlement pour les mines de charbon, mais il n'a pas force de loi dans les différents Etats. Pratiquement, il est cependant appliqué dans presque toutes les mines de charbon, car il est imposé aux exploitants par le contrat de travail collectif des ouvriers, qui a été conclu entre les patrons charbonniers et l'Union of Mine Workers of America, qui est un syndicat groupant presque tous les ouvriers occupés dans les mines de charbon des Etats-Unis et du Canada.

Le Bureau of Mines désire uniformiser la législation minière et, dans ce but, voudrait que le Congrès vote une loi transférant au pouvoir fédéral le soin d'établir les règlements miniers et d'exercer la Police des Mines.

Nous avons pu étudier les règlements des mines de charbon du Bureau of Mines et des Etats de Wyoming et West Virginia, ainsi que le règlement des mines métalliques de l'Etat d'Utah.

Nous tenons à signaler que l'Etat de West Virginia est le deuxième en importance des Etats producteurs de charbon (122 millions de tonnes métriques en 1949). Il est le premier producteur de charbons bitumineux et possède les mines les plus grisouteuses des Etats-Unis. Il convient cependant de remarquer que la mine réputée la plus grisouteuse des Etats-Unis, que nous avons eu l'occasion de visiter, serait considérée en Belgique comme peu grisouteuse et serait sans doute classée en première catégorie.

Nous traiterons seulement ici des dispositions réglementaires qui diffèrent sensiblement des nôtres et présentent de l'intérêt.

##### a) Magasins.

Les magasins de surface doivent se trouver à une distance minima de 60 ou de 90 m de l'entrée de la mine ou d'un immeuble habité. Quand la conte-



nance dépasse 125 lbs (56 kg) d'explosifs ou 5.000 détonateurs, il faut des magasins séparés pour les détonateurs et les explosifs et ils doivent être construits de telle manière qu'ils soient impénétrables aux balles. Si le dépôt contient moins de 125 lbs, il peut être constitué d'un coffre en planches de 50 millimètres d'épaisseur, placé dans un bâtiment ne contenant pas de matières inflammables.

#### b) Transport.

Pour le transport par hommes, on ne peut employer que des récipients rigides et non conducteurs de l'électricité. Un Etat ne permet pas à un boutefeu de transporter plus de 5 lbs (2,250 kg).

Le transport par wagons est autorisé dans des véhicules spéciaux, dont l'intérieur de la caisse est construit en matériaux non conducteurs de l'électricité et où les détonateurs sont mis dans un compartiment séparé. Ces wagons peuvent faire partie d'un convoi de personnel à condition qu'il s'agisse uniquement d'explosif de sécurité et que le convoi ne contienne pas plus que la consommation de 24 heures. Les wagons contenant des autres explosifs, ou des tubes de Cardox, ou une quantité d'explosif de sécurité dépassant la consommation de 24 h, doivent former des convois spéciaux. S'ils circulent dans le sens du courant d'air, ils devront précéder les convois de personnel d'au moins 5 minutes; ils les suivront du même laps de temps s'ils roulent en sens inverse du courant d'air. Seul, le personnel de transport accompagnant habituellement les rames peut prendre place dans les convois transportant des explosifs. Ceux-ci ne peuvent se trouver sur une locomotive électrique.

Le transport sur courroies transporteuses est autorisé en récipients du type individuel aux conditions suivantes :

- 1) la galerie aura les dimensions requises pour le transport du personnel, c'est-à-dire qu'il y aura un espace minimum de 45 cm entre la courroie et la couronne, les bêtes, les parois et tout l'équipement de la voie. Cette distance est portée à 60 cm lorsque l'ouverture de la couche le permet;
- 2) les stations où les explosifs seront chargés et déchargés seront aménagées à cette fin et on y disposera un appareil permettant d'arrêter la courroie à distance.

Le transport par couloirs oscillants, scraper ou machine chargeuse est interdit.

#### c) Poudre noire.

L'usage de la poudre noire est encore toléré dans les mines de charbon, moyennant certaines conditions assez sévères. Le Bureau of Mines considère cet explosif comme dangereux pour ces mines et en interdira l'usage dès qu'il le pourra.

#### d) Boutefeux.

Dans les mines de charbon, les tirs ne peuvent être exécutés que par des boutefeux diplômés ou, dans les Etats qui ne délivrent pas de tels diplômes, à des hommes compétents, connaissant le règlement. Il y a lieu de rappeler ici que, dans les mines de

charbon, le minage au rocher est tout à fait exceptionnel, étant donné que les travaux se développent ordinairement dans l'ouverture de la couche.

#### e) Chargement et tir des mines, règles générales.

Les règlements des Etats de West Virginia et de Wyoming ne permettent pas de miner en présence de grisou. Nous rappelons ici que la liste officielle des explosifs de sécurité publiée par le Bureau of Mines précise qu'on ne peut miner à l'aide de ces explosifs en présence d'un « pourcentage dangereux » de grisou et que l'on doit inspecter l'atmosphère en vue de rechercher ce gaz immédiatement avant et après chaque tir.

L'abatage du charbon à l'explosif ne peut se faire qu'à l'aide de l'explosif de sécurité ou avec des tubes de Cardox ou d'Airdox agréés par le Bureau of Mines. Certains Etats ne permettent de tirer à l'aide de l'explosif de sécurité qu'une seule mine à la fois, et seulement en dehors des postes de travail.

En principe, on ne peut miner en veine que lorsque celle-ci est havée ou dégagée sur deux faces au moins. Il faut une autorisation spéciale pour miner autrement.

Lorsqu'on mine pendant les postes de travail, les tirs doivent être effectués aussitôt après le chargement.

Les câbles de minage et chacun des détonateurs des mines chargées doivent être mis en court-circuit jusqu'au moment de la mise à feu.

Le toit et les fronts doivent être sondés par le boutefeu avant et après chaque tir.

Les pétards ne sont permis que si l'explosif est chargé dans un fourneau.

L'Etat de Wyoming exige le bourrage jusqu'à l'orifice du trou pour le minage en charbon et l'humidification complète des poussières environnantes, immédiatement avant le tir.

L'Etat d'Utah ne permet pas de charger un fourneau pendant qu'on en fore un autre distant de moins de 3 mètres. Il exige le tir électrique pour le creusement des puits des mines métalliques.

#### f) Amorçage.

Aucun règlement ne spécifie à quel endroit d'une charge doit se placer le détonateur et le nombre de détonateurs par fourneau n'est pas limité.

Le Bureau of Mines déconseille le tir à retard dans les mines de charbon.

#### g) Mise à feu.

Le règlement fédéral ne permet la mise à feu par le circuit de force motrice ou de signalisation qu'en dehors des postes de travail.

Dans l'Etat de Wyoming, on ne peut mettre à feu qu'à l'aide d'un exploseur à magnéto, spécialement conçu pour cet usage. Cependant, nous avons vu mettre à feu à l'aide de l'accumulateur d'une lampe au chapeau, dans la mine de charbon que nous avons visitée dans cet Etat.

Dans l'Etat d'Utah, on peut utiliser le courant de force motrice ou d'éclairage, à condition que cela se fasse à l'aide d'un interrupteur placé dans une



armoire fermée dont le boutefeu garde la clef. On admet les explosifs à magnéto, à la condition qu'ils soient munis d'un dispositif qui ne laisse passer le courant que lorsque son voltage est maximum. Le Bureau of Mines recommande de ne pas faire sauter successivement des mines chargées simultanément.

#### h) Ratés.

En cas de raté, les règlements imposent d'attendre 5 ou 10 minutes avant le retour à front et de déconnecter le câble. Le règlement fédéral autorise l'enlèvement du bourrage ou même du bourrage et de la charge proprement dite par courant d'eau.

Dans l'Etat de Wyoming, cette pratique est interdite et dans l'Etat d'Utah, elle n'est autorisée que pour le bourrage.

Quant celui-ci est enlevé, il est permis de mettre une seconde cartouche amorcée contre la charge.

Lorsqu'on ne touche pas au fourneau raté, les règlements exigent que l'on creuse une mine parallèle à 60 cm au moins de celui-ci et qu'après avoir fait sauter cette nouvelle mine, on recherche soigneusement les cartouches et le détonateur de la mine ratée.

Nous signalons que dans l'Etat d'Utah, le Directeur d'une mine métallique nous a déclaré qu'il considérait le débouillage à l'eau comme une opération dangereuse, qu'il interdisait formellement dans ses travaux.

#### i) Cardox.

Les stations de chargement des tubes doivent être établies dans un bâtiment construit en matériaux incombustibles ou isolées des autres salles de ce bâtiment par une cloison incombustible.

Elles doivent posséder au moins deux appareils permettant de laisser échapper l'air comprimé si sa pression est excessive dans le réservoir. Si l'un de ces appareils est une soupape, celle-ci doit être essayée tous les mois.

Les cartouches de chauffage des tubes doivent être emmagasinées dans des coffres en planches, analogues à ceux que l'on impose pour les dépôts d'explosifs contenant moins de 125 lbs (56 kg). Ces cartouches doivent être assimilées aux explosifs pour la manipulation, l'emmagasinage et le transport, aussi longtemps qu'elles ne sont pas placées dans les tubes.

Les tubes de Cardox chargés seront transportés dans des wagonnets isolés ou dans des caisses isolées, placées sur des wagonnets ordinaires. Dans le fond, en attendant d'être employés, ils seront posés sur des claies spéciales en bois, placées dans des endroits peu fréquentés, à 3 m au moins des canalisations électriques et des voies de roulage.

Pour le minage, les fourneaux ne seront pas bourrés. Lors de la mise à feu, le boutefeu et le personnel se placeront en un endroit séparé du tube par deux coudes de galerie ou en tout autre endroit où ils seront abrités d'une manière équivalente.

Le câble ne sera attaché que lorsque le tube sera placé dans le fourneau et la mise à feu sera

faite à l'aide d'un explosif admis par le « Bureau of Mines ».

Le Cardox ne peut être utilisé que pour miner en un endroit où la roche ou le charbon est havé ou dégagé sur deux faces.

En cas de raté dû au fait que le disque permettant l'échappement de l'acide carbonique ne s'est pas rompu, le tube ne pourra être retiré du fourneau que 15 minutes au moins après la tentative de mise à feu et la manipulation se fera sous la surveillance d'un porion ou d'une autre personne compétente. Ces tubes seront aussitôt déchargés et marqués d'un signe distinctif.

En été, les tubes de Cardox ne peuvent être exposés au soleil, afin d'éviter un chauffage prématuré.

#### j) Airdox.

L'Airdox ne peut être utilisé pour l'abatage du charbon que moyennant l'observation des conditions suivantes :

- 1) l'air comprimé sera conduit jusqu'au voisinage des fronts dans des tuyaux en acier éprouvés à la pression de 1.400 kg/cm<sup>2</sup>;
- 2) ces tuyaux seront mis à la terre au compresseur et, si possible, par d'autres prises de terre peu résistantes le long de ces tuyaux. Ils ne seront pas reliés aux voies ferrées, aux conduites d'eau ni aux feeders de retour de la traction électrique. Ils seront convenablement isolés aux endroits où ils traverseront les canalisations électriques ou passeront sous les voies ferrées;
- 3) des soupapes d'échappement seront placées sur les tuyaux tous les 300 m. Il y en aura aussi sur les tuyauteries secondaires, au voisinage immédiat du raccord à la tuyauterie principale;
- 4) aucune manipulation ou réparation ne sera faite aux tuyauteries lorsqu'elles sont sous pression;
- 5) les tuyauteries seront examinées périodiquement, pour déceler les défauts ou points faibles. On remplacera immédiatement les tronçons défectueux;
- 6) les tuyaux flexibles en cuivre seront convenablement bobinés et débobinés. On les remplacera fréquemment parce que le bobinage et le débobinage peuvent engendrer des défauts qui sont de véritables sources de danger;
- 7) les robinets de manœuvre seront placés à plus de 15 m des fronts et séparés de ceux-ci par un angle droit de la galerie;
- 8) le minage à l'Airdox ne pourra se faire que dans des massifs havés ou dégagés sur deux faces au moins;
- 9) le tube d'Airdox sera poussé jusqu'au fond du fourneau, puis retiré sur 15 à 30 cm pour former un coussin d'air;
- 10) quand un robinet de manœuvre est placé dans la position d'échappement pour provoquer la dislocation du massif, il restera dans cette position jusqu'au moment où il sera connecté à un autre tube;



- 11) aussitôt après la décharge, le tube sera déconnecté de la canalisation et ne sera relié à nouveau que lorsqu'il sera prêt à être placé dans un autre fourneau;
  - 12) lorsqu'un tube d'Airdox ne se décharge pas lors de la manœuvre du robinet, le tuyau flexible en cuivre sera déconnecté de celui-ci et on tirera le tube à l'aide de ce tuyau jusqu'à un endroit isolé. On le marquera d'un signe distinctif et on attendra 12 heures avant d'y faire une réparation;
  - 13) on écartera soigneusement le personnel lors de la décharge d'un tube et on veillera à ce qu'il soit séparé de celui-ci par au moins un angle droit de la galerie.
-