

L'organisation des centrales de sauvetage que j'ai décrite, répond vraiment au but à atteindre; elle correspond à la situation de nos mines et donne, avec des installations relativement modestes, et un minimum de frais d'exploitation, un rendement maximum sans que, jusqu'à présent, on ait pu trouver une cause d'insuffisance quelconque à leur fonctionnement régulier. Elles forment un personnel d'élite que j'ai eu l'occasion de recevoir à diverses reprises à l'Institut National des Mines.

J'éprouve un réel plaisir à rendre hommage à tous ceux qui concourent à leur œuvre : comités de direction, chefs de centrale, moniteurs et sauveteurs.

## 20 ans d'emploi des explosifs gainés en Belgique (\*)

par Ad. BREYRE,

Ingénieur en chef des Mines, Directeur de l'Institut National des Mines,  
Professeur à l'Université de Liège.

(Extrait de la *Revue Universelle des Mines*, 1941 (8<sup>e</sup> série, t. XVII, n<sup>o</sup> 2.)

**Résumé.** — *La gaine de sûreté améliore à un très haut degré la sécurité des explosifs vis-à-vis du grisou; elle consiste en une enveloppe annulaire de 3 mm. d'épaisseur, constituée de sels spéciaux extincteurs, soit pulvérulente, soit pourvue d'une semi-rigidité, par un trempage au plâtre et maintenue autour de l'enveloppe ordinaire de l'explosif par une enveloppe extérieure en papier.*

*La gaine crée, au moment de l'explosion, un rideau épais éteignant les flammes dès l'origine, dans les cassures de la roche ébranlée par la détonation de l'explosif.*

*L'auteur rappelle l'histoire de la gaine, inventée en 1914 par Emm. Lemaire, ralentie dans son essor par la guerre 1914-18, perfectionnée de façon à vaincre les difficultés rencontrées dans la mise en pratique : centrage de la cartouche, répartition homogène de la matière gainante, etc.*

*La fabrication belge a eu raison de toutes les difficultés, grâce à la collaboration de tous les intéressés, producteurs, administration des mines, exploitants.*

*La consommation annuelle des charbonnages du pays est de dix millions de cartouches gainées.*

*L'auteur expose les essais effectués pour mettre en lumière les conditions de sécurité des explosifs gainés et pour établir que l'explosif gainé garde toute la puissance de l'explosif non gainé.*

(\*) Conférence faite à la Section de Liège de l'A. I. Lg. le 26 novembre 1939.

En 1931, le *Safety in Mines Research Board*, l'organisme de recherches sur la sécurité minière en Grande-Bretagne, après avoir étudié l'usage des explosifs gainés en Belgique, refit de longs et consciencieux essais qui aboutirent à l'adoption de la gaine dont l'usage va croissant depuis 1933 dans le Royaume-Uni.

En 1938, l'Allemagne à son tour, après essais notamment à la galerie de Derne-Dortmund, adopta la gaine et imposa son emploi dans les travaux dangereux. La matière gainante est elle-même constituée par un explosif spécial, la bicarbonate.

Voici plus de 20 ans que la Belgique, devant tous les pays miniers, fait un usage croissant des explosifs gainés, dont l'idée première revient au regretté M. Em. Lemaire, prédécesseur de l'auteur à la direction de l'Institut National des Mines.

Il a paru intéressant d'exposer comment cet emploi s'est développé, comment les diverses difficultés de fabrication ont été vaincues, quels sont les types de gaines qui ont prévalu et les raisons qui ont guidé ce choix.

Chemin faisant, seront mentionnées l'adoption de la gaine et sa réalisation éventuellement différente par d'autres grands pays, tels que la Grande-Bretagne en 1933, l'Allemagne en 1938.

Pour entrer directement dans le sujet, je commencerai par indiquer en quoi consiste la gaine, utilisée en Belgique, comment elle est réalisée et employée.

Je reprendrai ensuite l'historique de la gaine, ce qui me permettra de signaler les difficultés vaincues.

La gaine consiste en une enveloppe annulaire de 3 mm., entourant latéralement chaque cartouche d'explosif et remplie de matières appropriées. Le poids de la matière gainante est de 65 grammes au moins pour 100 grammes d'explosif. Généralement, ce poids atteint 80 grammes.

La matière gainante ne recouvre que la paroi latérale de la cartouche d'explosif dont les extrémités restent libres de façon à assurer une bonne transmission de la détonation à la file de cartouches formant la charge d'un coup de mine.

L'enveloppe intérieure, celle qui entoure directement l'explosif, est soigneusement paraffinée de façon à conserver la matière explosive à l'abri de l'humidité. L'enveloppe extérieure n'est pas paraffinée.

Trois types de gaines sont en usage en Belgique :

1° *La gaine pulvérulente*, la plus répandue, dont la matière est définie comme suit : 25 % d'agglomérant : plâtre, argile ou kaolin; 75 % de matière extinctrice. Celle-ci est formée soit de fluorures ( $\text{NaFl}$  ou  $\text{CaFl}_2$ ), soit d'un mélange de chlorures ( $\text{NaCl}$  ou  $\text{KCl}$ ) avec 35 % au moins de fluorure.

La matière est finement moulue.

La disposition est représentée à la figure 1; à gauche se trouve l'enveloppe extérieure, contenant la cartouche paraffinée par trempage dans un bain de paraffine liquide. De cette façon l'explosif se conserve extrêmement bien, les moindres intervalles des joints de papier étant isolés par la paraffine.

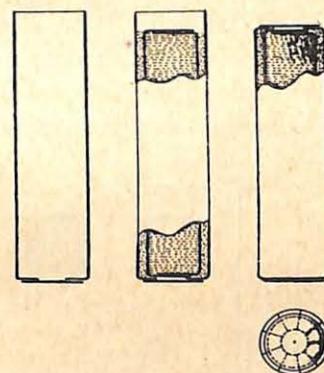


Fig. 1. — Gaine pulvérulente.

A gauche, l'enveloppe extérieure, au centre, la cartouche paraffinée est glissée dans l'enveloppe; à droite, l'enveloppe extérieure est repliée.

Cette préparation de l'explosif est commune à toutes les gaines utilisées en Belgique.

Au centre, on voit la cartouche dans l'enveloppe extérieure à remplir de la matière gainante; parfois la cartouche est collée au fond de l'enveloppe de façon à empêcher toute insertion de matière entre les bouts.

La vue de droite représente la cartouche avec gaine remplie et enveloppe fermée. On remarquera l'artifice employé pour réduire plusieurs doubles de papier, on emploie une rondelle mince collée sur les extrémités du papier replié.

Le placement de la matière gainante se fait soit à la main, soit à l'aide de machines simples décrites plus loin. De toute façon, la cartouche est soigneusement centrée pendant l'opération.

2° *La gaine semi-rigide*, qui est caractérisée par la présence de plâtre comme agent agglomérant dans la matière gainante. La cartouche, une fois gainée, est trempée dans un bain d'eau : le plâtre durcit et agglomère la matière gainante, qui cesse d'être pulvérulente, sans perdre cependant la propriété essentielle d'être pulvérisée par l'explosion.

La cartouche trempée est séchée ensuite de façon à perdre l'excès d'humidité. On comprend que cela exige pour l'enveloppe extérieure l'emploi d'un fort papier buvard faisant plus d'une fois le tour de la cartouche. Il en résulte la formation sur les fonds d'assez fortes épaisseurs de papier replié.

La chose ne présente pas d'inconvénient lorsque l'explosif contient de la nitroglycérine — comme c'est le cas — mais

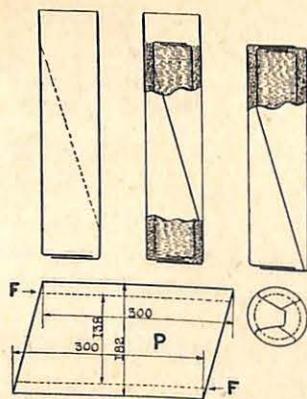


Fig. 2. — Gaine semi-rigide.

A gauche, enveloppe extérieure; au centre, cartouche mise en place; à droite, l'enveloppe extérieure est repliée. A une échelle moindre : P : papier développé de la gaine; F : pliage.

le système ne serait pas à conseiller avec un explosif au nitrate ammonique, sans nitroglycérine.

La figure 2 à gauche montre l'enveloppe extérieure entourant la cartouche d'explosif, avec son enveloppe non paraffinée, comme d'habitude; la figure centrale montre la cartouche placée dans son enveloppe de papier buvard, dont les dimensions sont indiquées en un croquis à plus petite échelle de la figure 2.

Enfin, la figure de droite montre la coupe de la cartouche gainée terminée, trempée et séchée : la matière gainante est transformée en un enduit semi-rigide.

La composition suivante a été admise pour cette gaine : feldspath-orthose : 55; sulfate de potasse : 35; plâtre : 10.

3° *La gaine tubulaire* : celle-ci forme un fourreau de 3 mm. d'épaisseur, se chaussant sur la cartouche d'explosif proprement dite. La matière gainante, satisfaisant comme composition à la formule indiquée au 1°, est agglomérée par de l'argile plastique et présente une semi-rigidité qui permet d'enchasser la gaine sur la cartouche à l'aide d'un petit appareil mécanique.

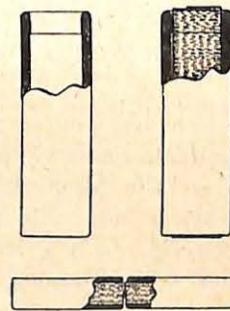


Fig. 3. — Gaine tubulaire.

Sur la figure 3, on voit à gauche le tube préparé : le boudin annulaire de matière est encerclé par un papier fort se repliant sur 12 mm. à l'intérieur, de façon à donner à l'ensemble la rigidité voulue.

A droite, on voit la gaine chaussée sur la cartouche d'explosif.

En dessous, on remarque deux cartouches gainées jointives, croquis qui montre comment l'explosif se présente dans le coup de mine, sans interposition de papier entre les bouts.

\* \* \*

Les trois gaines décrites plus haut sont à peu près équivalentes comme sécurité. Au total, on fabrique annuellement en Belgique, dix millions de cartouches gainées des trois types réunis.

Tout ce que nous venons de dire se rapporte aux cartouches courantes de 30 mm. de diamètre pour l'explosif, 36 à 37 mm. pour l'enveloppe extérieure.

Depuis un certain temps, un petit nombre de cartouches à faible diamètre (26 mm. pour l'explosif, 32 mm. pour la gaine) sont demandées spécialement pour le creusement des coupages de voies faciles où l'on procède par longs avances, par exemple 2 m. à 2 m. 50.

L'avantage, dans ce cas, de petits diamètres, est de pouvoir répartir la charge explosive sur une longueur plus grande, facteur favorable à la régularité du soulèvement des bancs. (Une cartouche de 100 gr. au diamètre de 30 mm. a une longueur de 13 à 14 cm. et, en 26 mm., une longueur de 17 à 18 cm.).

Mais on sait que la détonation des explosifs — et spécialement des explosifs au nitrate ammoniac — est moins bonne en faible diamètre et en file allongée. Aussi l'autorisation d'encartoucher les explosifs gainés en 26-32 mm. n'a été donnée qu'à certains explosifs après essais spéciaux au point de vue aptitude à la détonation. Nous pensons qu'elle restera exceptionnelle.

#### *Sécurité des explosifs gainés*

Au point de vue de la sécurité, les explosifs gainés sont certainement ce qui se fait de mieux au point de vue du grisou et des poussières.

Le but recherché était d'éteindre sous un épais nuage de matières ininflammables toutes les flammes de la détonation

à leur naissance même, pour ainsi dire, dans les crevasses qui se forment lors du sautage de la roche.

Parmi les matières extinctrices, celles qui soutirent aux gaz à haute température le maximum de chaleur, par leur volatilisation, leur décomposition, la production de gaz extincteurs semblent devoir jouer un rôle prépondérant.

Nous reprendrons ce sujet plus loin lorsque nous parlerons des matières gainantes. On a surtout recherché en Belgique les matières extinctrices donnant le maximum d'effet tout en étant peu onéreuses.

La sécurité des explosifs gainés est telle que l'essai habituel au mortier en atmosphère grisouteuse n'est plus applicable : on peut remplir au maximum le mortier d'essai sans atteindre la charge inflammation.

Pour avoir une idée de l'efficacité d'une gaine donnée, nous employons deux procédés :

a) *Essai d'une charge suspendue en plein milieu inflammable.* — Notre galerie d'essai (1 m. 60 de diamètre) a une chambre d'explosion de 5 mètres de long, isolée facilement par une cloison de papier; nous suspendons dans cette chambre, une charge de 800 grammes d'explosifs gainés, dont les 8 cartouches sont placées en file, suivant l'axe de la galerie, liées le long d'une tige métallique horizontale; une cartouche d'extrémité est munie d'un détonateur électrique (fig. 4).

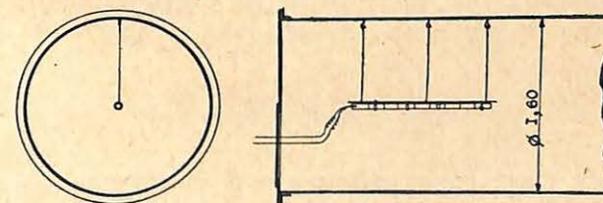


Fig. 4. — Essai d'explosif gainé.

Aux extrémités de la charge, nous fixons deux petits cylindres de 30 mm. de matières gainante.

Nous remplissons la chambre d'explosion d'une atmosphère grisouteuse à 8 ou 10 % de méthane, constituée avec le grisou

naturel de la Station. Ce grisou renferme actuellement 20 à 25 % d'azote et 80 à 75 % de méthane.

Pour tous les essais d'explosifs, nous vivifions ce mélange par addition de la quantité d'oxygène voulue pour reconstituer de l'air avec l'azote en excès. Mais pour l'essai des gaines, nous utilisons le grisou naturel qui nous permet, en utilisant un étalon moins virulent, de mieux graduer la qualité d'une gaine.

Une gaine satisfaisante n'enflamme pas à la charge de 800 grammes d'explosif S. G. P. gainé. Le même explosif dépourvu de sa gaine, dans le même milieu inflammable, enflamme dès la charge de 200 grammes.

Cet essai a d'ailleurs été adopté en Angleterre (1933) et en Allemagne (1938) comme critérium de la valeur de la gaine, avec les variantes que comportent le gaz utilisé et les dimensions des galeries.

b) *Essai au mortier sur un explosif réputé dangereux.* — Nous recherchons jusqu'à quelle charge l'adjonction de la gaine permet d'augmenter la charge-limite d'un explosif dangereux, tel la dynamite, dans le tir au mortier de la galerie d'essai. Il s'agit cette fois de grisou pur, employé à 9 %. Une fraction de cartouche de dynamite n° 1 (explosif-étalon formé de 75 % de N. G. et de 25 % de guhr) donne inflammation du mélange.

Au contraire, une gaine satisfaisante permet le tir de 350 à 400 grammes du même explosif sans inflammation.

#### *Puissance de l'explosif gainé*

De très longs essais, effectués sous la direction de l'Ingénieur des Mines Lefèvre, sur des galeries réelles dans nos charbonnages, et relatés en détail dans les rapports de 1930 et 1931 de l'Institut National des Mines, ont donné les résultats suivants :

*Consommation d'explosifs.* — La gaine de sûreté donne une diminution de l'effet utile de l'explosif de l'ordre de 1 à 2 %.

*Avancement journalier.* — La gaine apporte une diminution de l'ordre de 1 à 3 %, attribuable au temps plus long qu'exige le forage des trous à plus grand diamètre.

*Prix de revient.* — L'augmentation, due notamment au coût de la gaine, représente moins de 1 % du prix de revient total par mètre courant de galerie.

Pour quiconque a eu l'occasion de suivre un cas réel d'emploi des explosifs, les différences constatées sont de l'ordre même de grandeur des erreurs possibles malgré le soin apporté au contrôle. Pratiquement, on peut conclure qu'il n'y a pas de différence dans l'usage entre l'explosif gainé et l'explosif non gainé (1).

Ajoutons que l'explosif gainé donne beaucoup moins de fumée et que, lorsqu'il est employé à l'abatage, il donne plus de gros charbon, à cause de l'effet matelassant de la gaine.

Ainsi s'est trouvée mise à néant une opinion erronée qui était, jusqu'alors, ancrée dans l'esprit de certains industriels et qui attribuait à la présence de la gaine une perte notable de la force de l'explosif. Rappelons d'ailleurs que Lemaire, au début (*Ann. des Mines de Belgique*, 1914, 3<sup>e</sup> livraison) a montré par des essais que la perte en puissance était insignifiante et de l'ordre de 4 % pour le mélange de fluorure et de chlorure qui est resté la matière gainante principale utilisée en Belgique.

#### *Quelques difficultés rencontrées avant l'état actuel Diverses réalisations à l'étranger*

Maintenant que nous avons montré l'état actuel qui a consacré l'usage de l'explosif gainé au point d'absorber 42 % de la consommation totale du pays en explosifs miniers (2), il n'est pas superflu de rappeler les difficultés rencontrées,

(1) Rappelons que l'explosif gainé est surtout limité au coupage des voies et à l'abatage du charbon. Les travers-bancs et l'enfoncement des puits exigent généralement, vu la dureté du terrain, des dynamites; le grisou y est d'ailleurs généralement absent.

(2) Ce taux de 42 % serait bien plus élevé si l'on excluait les travaux préparatoires.

les essais de réalisation abandonnés, le développement parallèle à l'étranger.

*Difficultés pratiques de réalisation.* — Au début, diverses difficultés se firent jour : la cartouche était parfois mal centrée dans sa gaine, l'enveloppe extérieure crevait facilement lors de l'introduction de la cartouche dans le fourneau, surtout qu'au début les trous de mines n'étaient pas forés au diamètre voulu; de la matière gainante se glissait sur les fonds de cartouches et introduisait un coussin inerte entre l'explosif de deux cartouches voisines, d'où chance de raté de propagation.

Par suite de la mauvaise compréhension du personnel ouvrier mal averti, des boute-feux enlevaient systématiquement la gaine au moment de l'emploi.

C'est à ce moment que Lemaire conçut la réalisation de la gaine rigide (fig. 5); elle devait être un tube contenant directement l'explosif, sans aucune intercalation de papier.

De cette manière, l'ouvrier n'était plus tenté d'enlever la gaine, puisqu'en ce cas l'explosif, non retenu, se répandait sur le sol et devenait inutilisable.

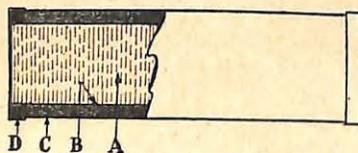


Fig. 5. — Gaine rigide Lemaire (abandonnée).

- A : explosif sans aucune enveloppe.
- B : tube formant gaine rigide.
- C : enveloppe papier silicaté.
- D : douille en papier silicaté.

Une seule enveloppe extérieure, en papier silicatisé, enveloppait le tube, les fonds étaient formés de douilles de papier silicatisé s'emboîtant exactement à l'enveloppe.

Le tube de la gaine rigide était formé par moulage d'un mélange de chlorure et fluorure gâché à l'eau avec 25 % d'argile plastique et séché ensuite à une température maximum de 100°.

Cette limite était dictée par la préoccupation de garder la pulvérisation totale lors de la détonation.

Un arrêté du 23 mai 1924 avait même imposé exclusivement la gaine rigide; il ne put jamais être appliqué; il y avait des difficultés insurmontables de fabrication : migration des sels entre la gaine et l'explosif, faute de cuisson, décomposition rapide de l'explosif non arrêtée par la silicatisation intérieure des tubes-gaines.

D'autre part, ces inconvénients cessaient en poussant le séchage à haute température, mais la gaine ne se pulvérisait plus.

Une décision du 14 août 1930 a adopté les conditions définitives des gaines : sauf le cas spécial de certaines compositions, ces conditions n'ont plus été modifiées.

On est d'ailleurs sorti de toutes les difficultés pratiques, grâce à la collaboration loyale apportée par les fabricants d'explosifs.

Les fabricants d'explosifs belges ont été sensibles à l'appel qui leur était adressé en vue de propager la sécurité du tir; ils décidèrent d'emblée qu'aucun bénéfice ne serait réalisé sur la gaine de sûreté et, de fait, la différence de prix entre l'explosif S. G. P. simple et le même explosif gainé couvre à peine la confection de la gaine. Je doute même qu'il couvre, dans tous les cas, le supplément du prix de transport (3).

D'autre part, les fabricants portèrent remède aux divers inconvénients qui se faisaient jour dans l'emploi : ils supprimèrent les enveloppes extérieures trop fragiles; les surépaisseurs trop fortes de papier sur les fonds de cartouches ont disparu par divers artifices de fabrication tels que l'adoption, sur les fonds, d'une rondelle collée qui supprime les plis de papier trop épais; de même le collage de la cartouche d'explosif sur le fond de l'enveloppe de la gaine a réduit la possibilité d'introduction de matières gainantes entre le fond de la cartouche et le fond de l'enveloppe.

La densité parfois inégale de la matière gainante, lors du chargement à la main, le centrage plus ou moins exact de la

(3) Le poids de l'explosif gainé, pour une même charge utile, est presque double de celui de l'explosif non gainé.

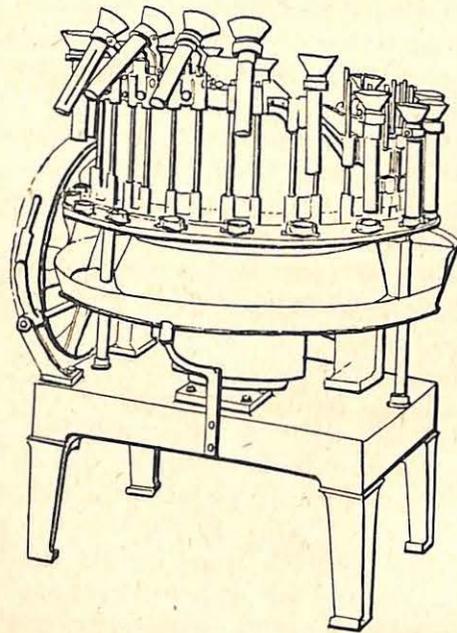


Fig. 6. — Gaine pulvérulente, machine à gainer type revolver fabrication belge.

Le plateau tourne en 20 mouvements, présentant successivement chaque monture. L'enveloppe extérieure est enfilée sur les guides, la cartouche d'explosif est placée et bien centrée grâce aux tiges-guides; la matière gainante est placée dans l'entonnoir surmontant chaque tube; à chaque mouvement se produit un choc tassant la matière; au fur et à mesure du remplissage, les tubes-guides remontent de façon à livrer, en fin de rotation, la cartouche entièrement gainée qu'il suffit de fermer par une rondelle collée. Le cycle recommence immédiatement.

cartouche sont deux inconvénients qui ont pratiquement disparu, notamment par l'emploi de machines à gainer de divers types, simples cependant, mais à bon rendement. Nous donnons dans les figures 6 à 9 des schémas de machines utilisées en Belgique.

Du côté des charbonnages, l'action des Directions a été de substituer les outils à large diamètre partout où s'emploie l'explosif gainé. Les diamètres des cartouches gainées oscillent généralement entre 36 et 37 mm.; les trous doivent être

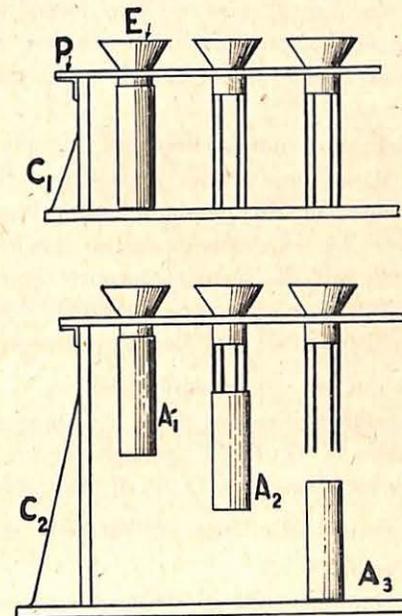


Fig. 7. — Machine simple pour gainage à main.

Le remplissage de la gaine se fait par l'intermédiaire d'un entonnoir (E) prolongé par un tube sur lequel sont soudés 6 fils d'acier qui assurent le centrage de la cartouche.

Dix de ces tubes sont fixés sur une même plaque (P) laquelle peut être portée sur un châssis (C) en bois pour le remplissage.

Les cartouches extérieures étant fixées sur les douilles des entonnoirs, une cartouche est introduite dans l'entonnoir à l'intérieur des fils de fer et son fond se colle contre le fond de la gaine. Les 10 cartouches ainsi placées, on verse dans chaque entonnoir, la quantité de matière gainante nécessaire au moyen d'une mesure calibrée et on donne des secousses à l'ensemble du châssis et de la plaque jusqu'à ce que toute la matière gainante se soit logée en place. On enlève alors l'appareil du châssis (C<sub>1</sub>) et on le repose sur un châssis (C<sub>2</sub>) analogue, mais plus haut de façon à permettre l'enlèvement des cartouches gainées.

- A<sub>1</sub> représente une cartouche encore en place.
- A<sub>2</sub> représente une cartouche en voie d'extraction.
- A<sub>3</sub> représente une cartouche prête à être fermée.

largement dimensionnés et bien réguliers; c'est une question de bon entretien, et le personnel technique de nos mines y a accordé son attention.

L'Administration des Mines, les Ingénieurs du Corps des Mines, les Délégués à l'Inspection des Mines, ont naturellement accordé leur bienveillant appui au développement de l'explosif gainé.

Des visites éducatives nombreuses ont, depuis 1930, amené à l'Institut des Mines une grande partie du cadre technique de nos charbonnages et du personnel surveillant du tir en mines grisouteuses; les expériences faites devant eux ont mis en relief le coefficient de sécurité apporté par la gaine de sûreté, et cette leçon de choses crée un esprit décidé à vaincre toutes les petites difficultés que l'emploi pourrait causer.

Un autre essai qui fut abandonné aussi est la création d'explosifs atténués pour utilisation dans l'abatage du charbon : on les avait appelés S. G. P. C. (sécurité-grisou-poussières en couches) par opposition aux S. G. P. R. (en roches).

Ces explosifs étaient d'ailleurs utilisés en cartouches uniques de 200 gr. ou plus.

Ces cartouches longues sont difficiles à transporter, elles se brisent facilement dans les manipulations, d'où ratés fréquents.

Ces explosifs ont été supprimés en 1933. On est bien plus certain de ne pas avoir de ratés avec un explosif S. G. P. normal en cartouches de 100 gr. ou plus, jointives.

*Matière gainante.* — Déjà Lemaire avait observé le caractère sélectif de certains corps pour telle ou telle composition d'explosifs. Il avait essayé différentes matières, notamment le bicarbonate de soude, mais il s'était arrêté aux chlorures et fluorures qui donnaient des produits très efficaces à un prix très bas.

On peut dire que l'action de la gaine se fait à la fois par *voie physique* (son action refroidissante, sa masse), probablement aussi par *voie chimique indirecte* (désactivation du milieu gazeux, rendu inapte aux réactions) ou *directe* (volatilisation ou décomposition partielle des constituents, production de certains gaz, tels le  $\text{CO}_2$  dans le cas du bicarbonate de soude).

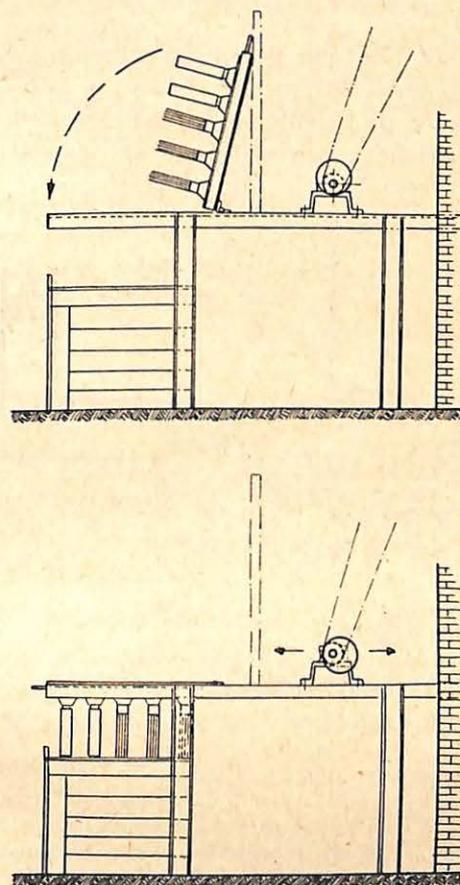


Fig. 8. — Machine à gainer pour gaine semi-rigide.

Elle comprend essentiellement deux tables métalliques superposées. La table supérieure est animée d'un mouvement vibratoire rapide, facilitant la descente d'une quantité mesurée de matière gainante.

Elle est munie de 25 petites trémies de 31 mm. de diamètre qui se prolongent de l'autre côté des guidons en acier dur d'un diamètre de 3 mm. servant au centrage des cartouches et sur lesquels on enfile l'enveloppe extérieure.

La cartouche gainée (gaine renfermant du plâtre) est ensuite trempée et séchée pour former une gaine semi-rigide.

*La gaine en Grande-Bretagne*

On conçoit dès lors que de très nombreux corps peuvent être employés; aussi, lorsque le Safety in Mines Research Board, après étude de l'emploi de la gaine en Belgique, entreprend ses consciencieux essais, il étudie les matériaux les plus divers.

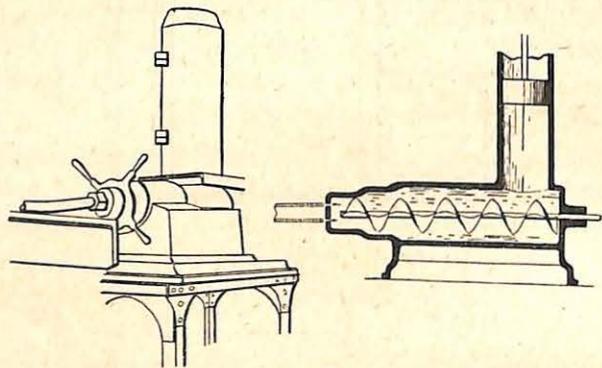


Fig. 9. — Gaine tubulaire.

Machine à gainer débitant une longueur continue de gaine tubulaire. La matière gainante intimement mélangée est préalablement comprimée d'abord en briques cylindriques (diamètre 25 cm., hauteur 12 cm., environ).

Un piston à mouvement réversible envoie les briques d'un cylindre vertical vers un autre corps cylindrique horizontal. Dans ce dernier, une vis d'Archimède amène la pâte au mandrin qui débite un tube de matière gainante. Celui-ci est coupé à la main en longueurs voulues, qui sont séchées, après quoi les cartouches sont insérées.

Après une série d'éliminations, fin 1932, le S. M. R. B. classe comme suit les trois meilleures gaines :

Hyposulfite de soude (trop cher).

Limaille de fer (il faudrait l'incorporer au papier).

Bicarbonate de soude (combattre sa tendance à l'agglomération).

Il trouve que le bicarbonate est plus efficace que les fluorures.

En 1933, le bicarbonate est étudié plus spécialement; on réussit à vaincre sa tendance à l'agglomération, on préconise

cette gaine. C'est à ce moment que nous l'avons essayée à l'Institut et notre conclusion fut développée dans notre Rapport de 1933 : le bicarbonate de soude est plus efficace que les fluorures-chlorures; ce qui ne doit pas étonner, étant donné sa décomposition à plus basse température avec émissions d'un gaz extincteur  $\text{CO}_2$ ; mais nos gaines étant suffisantes et meilleur marché, j'ai estimé qu'il ne fallait pas demander à notre industrie un sacrifice non exigé par la sécurité.

C'est à la gaine de 3 mm. d'épaisseur au bicarbonate sodique que le S. M. R. B. s'est arrêté pour les explosifs commerciaux, c'est celle qui est utilisée en Grande-Bretagne et se répand de plus en plus.

Mais le S. M. R. B. poursuit des recherches, car dès 1934, il voudrait arriver à une gaine qui serait simplement l'enveloppe habituelle de la cartouche d'explosif.

C'est ainsi qu'il s'arrête à un papier buvard épais, très chargé de bicarbonate sodique. Mais le papier est cassant et raide; il revient cher.

On essaya encore du papier buvard traité par une solution saline appropriée et puis séchée ( $\text{KCl-NaCl}$ ).

Les résultats obtenus furent discordants.

En 1935, le papier chargé de bicarbonate sodique, fabriqué industriellement par l'I. C. I. fut comparé avec le bicarbonate en poudre. Celui-ci se montra nettement supérieur.

Dès lors, on ne trouve plus mention de nouvel essai de papier gaine dans les travaux du S. M. R. B.

Le borax comparé au bicarbonate est jugé inférieur.

En 1936, le S. M. R. B., ayant eu connaissance d'une gaine reconnue par nous en 1935, l'essaie et conclut qu'elle vaut à peu près celle au bicarbonate.

La même année, il essaie des gaines actives au nitrate ammonique seul ou additionné de bicarbonate sodique.

Après de nombreux essais, il conclut que l'emploi de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  n'est pas recommandable.

En 1937, le S. M. R. B. peut conclure de tous ses essais, que la gaine au bicarbonate pulvérulent est celle qui offre, au point de vue industriel, le plus d'avantage. Mais des essais sont encore en cours.

*La gaine en Allemagne*

En 1938, la Station d'essais de Derne (Allemagne) achève des études sur une gaine à constituant explosif et l'explosif gainé est imposé immédiatement dans tous les travaux en œuvre de veine.

La matière gainante est constituée par un explosif peu puissant et particulier dénommé bicarbite (NG : 15, NaCl 35, bicarbonate de soude 50) ; elle entoure non seulement la paroi latérale de l'explosif, mais également les deux fonds comme le montre la figure 10.

Les cartouches ont 32 mm. extérieur, le noyau intérieur en explosif étant de 25 mm. Les deux enveloppes sont en papier paraffiné.

La caractéristique de la bicarbite est son aptitude extraordinaire à la détonation, assurant une détonation franche et complète de toute la charge.

Les auteurs soulignent la protection de l'explosif non seulement latéralement mais encore sur les extrémités. Cependant les études du Dr W. Payman semblent bien montrer que la protection des fonds est inutile.

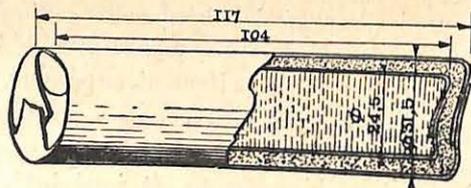


Fig. 10. — Gaine allemande bicarbite.

Nous avons eu l'occasion d'expérimenter la gaine allemande à la bicarbite et nous avons publié nos résultats dans le rapport sur l'exercice 1938 de l'Institut National des Mines.

Au point de vue de la sécurité, elle donne d'excellents résultats ; la conservation est aisée et l'aptitude à la détonation plutôt déconcertante.

En ce qui concerne la Belgique, nous ne croyons pas qu'elle réponde aux nécessités ; car si nous mettons à part la légère augmentation de puissance que cette gaine peut conférer à

l'explosif, il faut constater que le prix des matières premières nécessaires — soit 80 grammes — par 100 grammes d'explosif dépasse cinq fois le prix des matières nécessaires à la confection de la gaine belge.

C'est pourquoi, tout en suivant avec une attention toute particulière les travaux qui se font à l'étranger au sujet des explosifs gainés et en essayant même les réalisations qui peuvent apparaître comme des progrès, nous n'avons pas cru devoir modifier la fabrication belge qui s'est améliorée et perfectionnée au cours d'une expérience de plus de vingt années.

Nous n'en continuerons pas moins de suivre toutes les recherches tant chez nous qu'à l'étranger.