

LA QUESTION
A L'ORDRE DU JOUR

**ELECTRIFICATION
DU FOND DE LA MINE**

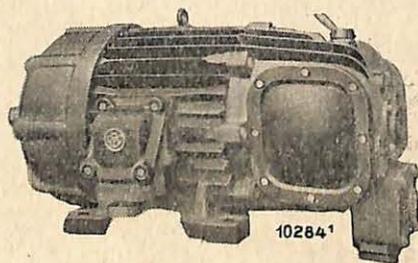
LES ATELIERS DE CONSTRUCTIONS
ELECTRIQUES DE CHARLEROI

A. C. E. C.

construisent tout le

Matériel électrique antigrisouteux

agrée par l'Institut National des Mines de Frameries



Moteur à bagues antigrisouteux
à ventilation extérieure.

MOTEURS

APPAREILLAGE ELECTRIQUE
TRANSFORMATEURS
LOCOMOTIVES ELECTRIQUES
APPAREILS DE SIGNALISATION

MATERIEL
ANTI-
GRISOU-
TEUX

MATERIEL
ANTI-
GRISOU-
TEUX

ECLAIRAGE ELECTRIQUE
DES FRONTS DE TAILLE

NOTES DIVERSES

**Etude sur les arrêts-barrages
à auges culbuteuses**

Communication du Dr. W. CYBULSKI, Ingénieur en chef de la mine expérimentale « Barbara », Mikolow (Pologne), à la 4^e Conférence Internationale des Directeurs de Stations minières d'essais, Bruxelles-Pâturages, septembre 1937.

L'auteur a étudié, à la Mine expérimentale de Mikolow (Pologne), le fonctionnement des arrêts-barrages à auges culbuteuses de type américain.

On sait que ces auges sont des caisses formant un dièdre droit, disposées transversalement à la galerie; elles reposent par l'arête du dièdre sur des supports de façon à être aisément renversées contre des butoirs. Les deux parois des auges sont à angle droit.

Une planche forme chicane dans cette auge et a pour effet de régler le débit de poussière après le renversement; si cette planche est, dans la position normale, horizontale, l'auge est appelée V. B. (abréviation de V with baffle); si elle est verticale, l'auge est appelée V. V. (abréviation de V with vane).

Faisant usage des mêmes instruments que les opérateurs de la Mine expérimentale de Gelsenkirchen, le Dr. Cybulski a enregistré, pour toute une série d'explosions de diverses violences, les phénomènes principaux caractéristiques : vitesse de la flamme, temps, pressions développées, etc.

Ayant remarqué que le renversement des auges ne se produit pas toujours suivant les prévisions, il a enregistré les mouvements de renversement des auges qui coupent, dans leurs diverses positions successives, des conducteurs reliés à des circuits de chronographes.

Cela a amené l'auteur à perfectionner les auges culbuteuses en les munissant d'une charnière tendant à les obliger à se renverser convenablement en limitant leurs possibilités de mouvement (1).

Sur la base de ses expériences, l'auteur conseille de disposer les arrêts-barrages en deux ou trois groupes.

(1) Remarquons en passant que les arrêts-barrages à auges sont d'une sensibilité remarquable mais d'une construction compliquée, si on les compare aux arrêts-barrages à plateformes.

CONDITIONS DES ESSAIS.

En 1935, à la réunion de Dortmund, nous avons présenté les résultats de nos travaux sur les arrêts-barrages et nous avons manifesté alors notre intention de les poursuivre.

La suite de ces essais s'est inspirée des travaux de Rice, Greenwald et Howarth décrits dans le Bulletin 353 « Tests of rock dust barriers in the Experimental Mine », du Bureau of Mines.

Nous n'allons pas refaire ici le résumé de nos essais antérieurs; nous rappellerons seulement que nous avons obtenu des résultats satisfaisants avec des supports en forme de simples auges.

D'autre part, les recherches précédemment invoquées ont démontré que pour neutraliser une explosion, il convient de ne pas répandre la poussière de schiste en trop grandes quantités à la fois.

Les arrêts-barrages américains originels (1) satisfont surtout à cette condition. Nous avons jugé utile de les étudier en détail, dans nos conditions d'exploitation.

L'auge à chicane horizontale sera désignée dans la suite par V. B.

L'auge à chicane verticale sera désignée dans ce qui suit par V. V.

Nous avons limité nos essais au plus grand modèle d'auges, les autres étant moins intéressants, à cause de la nécessité d'en installer un trop grand nombre.

Les essais ont été effectués dans notre galerie souterraines, dont la section est de 5 m².

La poussière de charbon employée était analogue à celle de nos mines ou était choisie intentionnellement plus dangereuse. La poussière de schiste utilisée était celle employée dans nos mines. On l'obtient par broyage de schiste argileux. Pratiquement, toute la poussière passe par un tamis à mailles de 1 mm. et 60 % passent par le tamis n° 80 (6.400 mailles par cm²).

Pour amorcer l'explosion, nous avons employé une charge de 240 gr. de dynamite-gomme dans le canon d'un mortier.

La vitesse de la flamme a été enregistrée sur des parcours de 10 ou de 20 m. Dans une partie des essais, les détonateurs d'enregistre-

(1) RICE, GREENWALD, HOWARTH. *Tests of rock dust barriers in the experimental mine.* - Bulletin 353 du Bureau of Mines des E.-U.

ment ont été fixés au soutènement (fig. 1). Les détos sautés sont indiqués par (x), les autres par (o).

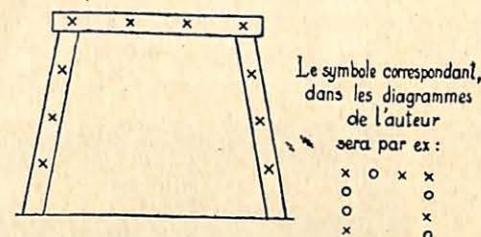


Fig. 1. — Disposition des détonateurs enregistrant le passage de la flamme.

Dans une autre série d'essais, le dispositif d'enregistrement était constitué par 5 détonateurs d'enregistrement (coupant des circuits électriques reliés à un chronographe) fixés sur un rail en fer horizontal, placé perpendiculairement à l'axe de la galerie, à une distance d'un mètre du sol. Le symbole correspondant sera par exemple xxxxx.

Instruments de mesure employés.

Nous avons mesuré l'onde explosive à l'aide du « Winddruckmesser », appareil de mesure de la pression explosive dynamique, décrit à la page 45 du Cahier 7 des « Berichte der Versuchsgrüben-gesellschaft ».

Cet appareil, employé dans la Mine expérimentale allemande, est basé sur le principe de la variation d'intensité d'un courant électrique traversant une colonne de liquide lorsque sa section varie (fig. 2).

Il comporte une enveloppe massive à l'intérieur de laquelle, dans une alvéole bien ajustée, se trouve un tuyau en caoutchouc rempli d'une solution de sel de cuisine et convenablement protégé contre toutes les sollicitations mécaniques.

(1) Beaucoup de nos appareils sont ceux mis au point et utilisés par nos collègues allemands à la mine expérimentale de Gelsenkirchen et décrits dans le Cahier 7 de la Société de la mine expérimentale, par M. Schulze, Rhonhof et Fischer. Nous ne décrivons ici que ce qui est indispensable.

La solution est traversée par un courant alternatif de 8 volts, dont l'intensité est fonction des dimensions de la section la plus petite du tube.

Le tube est comprimé en son milieu à l'aide d'un levier comportant un disque de 50 cm² à son extrémité, sur lequel agit la pression explosive dynamique à l'encontre de la tension d'un ressort.

Les variations de courant sont enregistrées au laboratoire à l'aide d'un oscillographe.

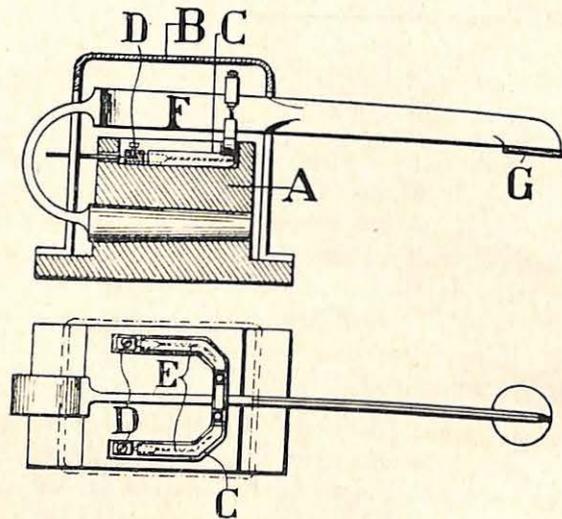


Fig. 2. — Enregistreur de la pression dynamique.

Nous nous sommes servi également du chronomètre de flammes de la Mine expérimentale allemande (Flammenzeitmesser) pour mesurer la durée de flammes (fig. 5).

Il comprend un mouvement d'horlogerie déclenché électriquement en même temps que l'explosion, et entraînant un tambour sur lequel est enroulé un film « Superpan ».

Le tambour avec son film fait un tour complet en 5 secondes, devant une lentille protégée contre un dépôt de poussières. La durée de flamme peut être mesurée exactement, à 1/100^e de seconde près.

L'appareil permet également d'avoir une certaine idée de l'intensité des flammes.

Les résultats de chaque essai ont été représentés par deux diagrammes. Le premier donne la vitesse de flamme, ainsi que l'emplacement, le nombre et la nature des arrêts-barrages.

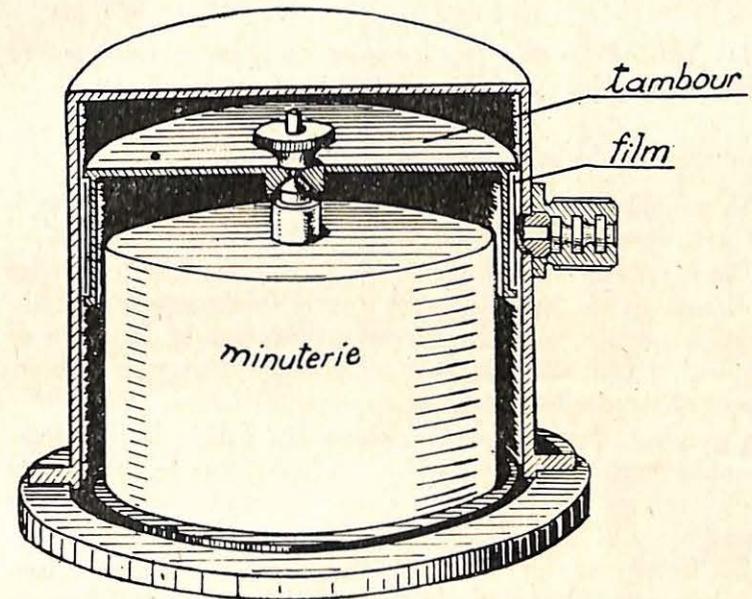


Fig. 5. — Chronographe de flammes.

Pour l'enregistrement de la vitesse de la flamme d'explosion, l'auteur a fait usage de détonateurs spéciaux.

Le second diagramme, qui a pour axes de coordonnées le temps et la longueur en mètres courants de la galerie, est analogue à ceux de la publication de MM. Schultze-Rhonhof et Dr. Fischer déjà citée.

Il donne le temps de flamme. Lorsque la vitesse de flamme a été mesurée à l'aide de détos fixés au soutènement et de détos fixés au rail (dans un but de comparaison), il y a 2 courbes de vitesse de flamme auxquelles correspondent, dans le diagramme inférieur, 2 courbes de temps de flamme.

Les lignes noires foncées des diagrammes de temps de flamme (diagramme inférieur) donnent la durée de flammes d'explosion en certains points de la galerie d'essais.

Les deux diagrammes, placés le long d'un axe commun, permettent un examen facile des résultats de chaque essai.

Les lettres B₁, S₁, S₂ et R (fig. 4 à 10) marquent différentes positions dans le temps occupées par les auges dans leur renversement.

Les séries d'essais ont été groupées dans des tableaux qui ne sont pas reproduits pour ne pas allonger cet exposé.

Neutralisation d'une inflammation de poussière.

La neutralisation d'une inflammation de poussières de charbon par arrêts-barrages dépend de plusieurs facteurs.

Dans la première phase d'une explosion de poussière, c'est-à-dire l'inflammation du nuage primaire, par le tir d'amorçage généralement, la première onde de choc est produite par la détonation de l'explosif et l'inflammation du nuage primaire provoque le fonctionnement des arrêts-barrages.

Cependant, dans le cas d'explosions très faibles, le fonctionnement des arrêts-barrages se produit à l'intervention de l'onde créée par la propagation de la flamme dans les nuages secondaires de poussière.

Les facteurs les plus importants sont : la vitesse du milieu inflammable, la vitesse propre de la flamme et l'intensité de l'onde de pression.

Les effets produits dépendent évidemment des conditions et du moment d'action sur les arrêts-barrages.

Lorsque la vitesse propre de la flamme augmente, sa durée de contact avec les particules de poussière de schiste diminue et elle se refroidit moins bien.

La densité de flamme est également très importante, car son refroidissement par la poussière de schiste est d'autant plus difficile à obtenir qu'elle possède une capacité calorifique plus grande par unité de volume et qu'elle a une température plus élevée.

La position de la flamme par rapport à l'onde de pression explosive est très importante. En considérant les différents stades de l'explosion, nous voyons que, dans un grand nombre de cas, la flamme suit l'onde au début, puis, au fur et à mesure de la propagation, le front de flamme atteint l'onde et acquiert ensuite une vitesse propre plus grande en raison de la concentration maximum

n° 99.

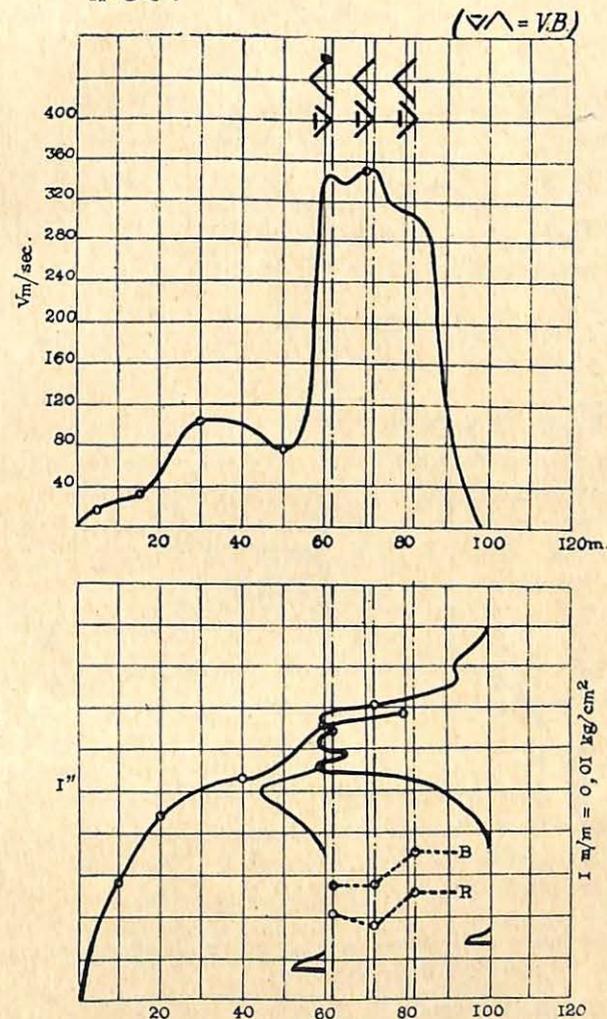


Fig. 4. — Essai n° 99.

Explosion violente déclenchée par le tir de 240 gr. de dynamite-gomme (100 gr. de poussière dans le canon).

Arrêt-barrage de 5 supports V. B. entre le 62° et le 82° mètre; 60 kg. de stérile par m² de section.

L'explosion a été arrêtée.

En haut : une courbe de vitesse de flamme. Vitesse maximum : 356 m./sec. au 72° mètre.

En bas : une courbe de temps de flamme et 2 diagrammes de pression.

	Temps de flamme	Durée de flamme	Pression maximum en kg./cm ²
Au 60° mètre . . .	1,5''	—	0,15
Au 80° mètre . . .	1,4''	—	—
Au 100° mètre . . .	—	—	0,42

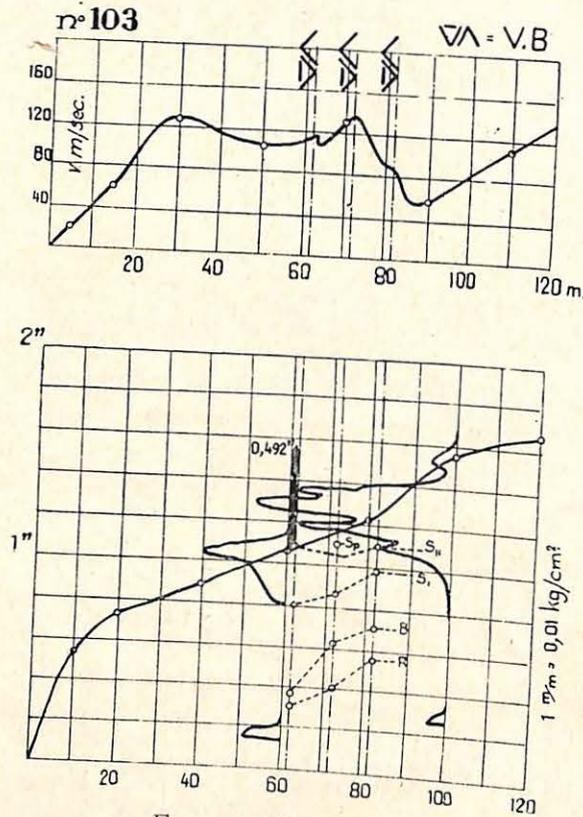


Fig. 5. — Essai n° 103.

Explosion violente déclenchée par 240 gr. de dynamite-gomme (100 grammes de poussière dans le canon).

Arrêt-barrage de 5 supports V. B. entre le 62^e et le 82^e mètre de galerie; 60 kg. de stériles par m² de section.

L'explosion n'a pas été arrêtée.

En haut : courbe de vitesse de flamme. Vitesse maximum : 156 m./sec. au 72^e mètre.

En bas : courbe de temps de flamme et 2 diagrammes de pression.

	Temps de flamme	Durée de flamme	Pression maximum en kg./cm ²
Au 60 ^e mètre	1,06"		0,2
Au 100 ^e mètre	1,56"	0,492"	0,48

en poussières de charbon et probablement aussi des remous plus violents.

Dans ces conditions, la neutralisation de l'explosion sera plus difficile. Comme exemples, nous citerons les essais n^{os} 99 et 103.

Lorsque le front de flamme suit l'onde explosive, la neutralisation de l'explosion est plus facile, non seulement à cause de la plus petite vitesse propre de la flamme, mais aussi parce que l'onde a mis en suspension la poussière de schiste de l'arrêt-barrage avant l'arrivée de la flamme.

Dans nos essais, le temps compris entre le renversement des supports et l'arrivée de la flamme était compris entre 0,25 et 2,05 secondes.

Ce temps était inférieur à une seconde dans la plupart des cas

Etant donné des temps aussi courts, chaque mouvement de l'arrêt-barrage, en exerçant une influence sur le mode de déversement de la poussière de schiste, agit sur l'efficacité de l'arrêt-barrage.

Nous reviendrons encore ultérieurement sur cette question.

Meilleure disposition des arrêts-barrages.

Lorsque le fonctionnement de l'arrêt-barrage est normal, la poussière de schiste est déversée exactement au moment du passage de l'onde de pression.

La quantité de poussière de schiste mise en suspension ou dispersée dans l'air sera fonction de la puissance de l'onde.

Dans les explosions ordinaires de poussières de charbon provoquées par le tir d'un explosif, la puissance de l'onde de pression explosive croît au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point où l'explosion a été amorcée. Il en est de même de la quantité de la poussière de schiste mise en suspension dans l'air.

Autrement dit, avec l'accroissement de la distance du point d'amorçage, la quantité de poussière de schiste active augmente, mais généralement la vitesse propre de la flamme augmente en même temps, ainsi que sa densité, car en s'éloignant du point d'amorçage, elle se rapproche du maximum de l'onde.

En résumé, donc, au fur et à mesure de l'éloignement du point d'amorçage, l'efficacité des arrêts-barrages croît, mais les difficultés de neutralisation de la flamme d'explosion augmentent également.

Les conditions de neutralisation de l'explosion sont fonction des rapports entre ces valeurs. On peut dire, en général, qu'on obtient

la plus grande efficacité en plaçant les arrêts-barrages aux endroits où le front de flamme se trouve encore en arrière du maximum de l'onde explosive.

La flamme atteint l'onde explosive maximum à une distance plus ou moins considérable du point d'amorçage, d'après l'intensité de cette onde. Dans le cas d'explosions peu intenses, pour lesquelles la distance précitée est appréciable, la disposition donnant les meilleures conditions de neutralisation peut être déterminée avec une grande exactitude.

Nos études ont montré que, lorsque la sensibilité des arrêts-barrages installés près du point d'amorçage était excellente, leur renversement s'est toujours produit, sans exception, avant l'arrivée de la flamme.

Arrêts-barrages américains à auges.

Nous avons commencé nos recherches en faisant varier la disposition des arrêts-barrages américains à auges, objet entre autres de nos recherches exposées en 1935. Nous n'avions pas alors, comme maintenant, des appareils précis de mesure de la pression à notre disposition; la présente étude ne saurait donc pas être mise en parallèle avec la précédente.

Les essais ont démontré la supériorité des arrêts-barrages américains (surtout du type V. V.), mais cependant pas autant que nous l'avions pensé. La différence ne semble toutefois pas être très importante.

Nous nous sommes occupés ensuite du problème de la distance à ménager entre les supports. Dans nos recherches précédentes, nous étions arrivés à la conclusion qu'au lieu de placer une série de supports contigus, il est plus avantageux de les diviser en deux groupes distants l'un de l'autre.

En général, les supports ne doivent pas être placés trop près l'un de l'autre. Nous préconisons un intervalle minimum de 2 m. entre les axes des supports.

Un intervalle plus petit n'est indiqué que pour les explosions faibles et surtout à proximité du point d'amorçage, où l'onde de pression est très faible et son aptitude à la mise en suspension des poussières stériles petite.

L'intervalle optimum à ménager entre les supports est fonction de l'intensité d'explosion. Des essais de comparaison ont été faits avec

des explosions violentes. Les supports ont été placés à 62 m. du point d'amorçage.

Dans trois cas, l'explosion a franchi facilement 5 supports contigus couvrant une longueur totale de 1^m,20.

Par contre, sur 5 essais avec supports espacés de 10 en 10 m., l'explosion a été neutralisée dans un cas par 2 supports, dans 3 cas par 3 supports et dans un autre cas par 4 supports.

Les essais ci-dessus ont montré qu'une disposition espacée des supports est nettement plus avantageuse. Nous considérons cependant qu'une distance de 10 m. entre les supports est exagérée et peu pratique.

Il convient en réalité de neutraliser l'explosion de poussière sur une distance aussi faible que possible. Un intervalle tel que 10 m. entre les supports serait évidemment contraire à ce but. En outre, le placement de supports à des distances très grandes des chantiers est très incommode et souvent, en pratique, impossible à réaliser.

Dans ce qui suit, nous avons souvent ménagé de grands intervalles entre les supports pour faciliter l'étude d'arrêts-barrages spéciaux.

L'étude systématique de la neutralisation des explosions à l'aide d'arrêts-barrages a nécessité la subdivision des explosions d'après leur nature. Nous avons ainsi fait des essais de neutralisation d'explosions faibles; violentes; très violentes; faibles, amorcées par une explosion locale de grisou, et violentes, amorcées par une explosion locale de grisou.

NEUTRALISATION D'EXPLOSIONS FAIBLES

Les explosions faibles comportent une simple distribution de la poussière de houille sur le sol de la galerie.

Ces essais ont fait ressortir très nettement l'accroissement des difficultés de neutralisation avec l'éloignement du point d'amorçage (1).

La neutralisation de ces explosions est aisée à une distance de 40 à 60 m.; il suffit alors de 1 à 3 supports.

A partir de 80 m., la neutralisation devient plus difficile: 3 supports ne suffisent plus, ni même 5. Sur 21 essais de neutralisation d'explosions faibles avec arrêts-barrages placés à 80/100 m. du point

(1) Sur ce point, il n'y a pas concordance entre les expériences de Gelsenkirchen et celles de Mikolow, ce qui résulte des conditions d'expériences différentes et notamment des types de barrages utilisés.

d'amorçage, plus de 50 % ont fait défaut. Dans 11 essais, les supports n'ont pas arrêté l'explosion.

Les explosions faibles utilisées dans nos essais étaient de deux natures différentes : 1°) à marche accélérée, comme par exemple dans l'essai n° 172 (fig. 6), et 2°) à très faible, voire négligeable accélération de la vitesse de flamme, comme par exemple dans l'essai n° 171 (fig. 7).

Le passage de la flamme à travers les supports dans les 5 explosions appartenant au premier groupe peut s'expliquer sommairement par le fait que — comme c'est le cas général pour les explosions faibles — la quantité effective de poussières de schistes, mise en suspension, est négligeable, et qu'en même temps, ces explosions sont caractérisées par une vitesse considérable de la flamme, allant jusqu'à 140 m./sec., avant les arrêts-barrages.

Ces différents essais ont été effectués avec 5 à 5 supports. Il est évident qu'une légère augmentation du nombre de ceux-ci aurait certainement arrêté l'explosion.

Les explosions faibles sont faciles à neutraliser à de faibles distances du point d'amorçage. A des distances plus grandes, même 5 supports ne suffisent souvent pas, pour une vitesse de flamme approximativement égale.

L'onde de pression trop faible ne saurait être mise en cause, car à proximité du point d'amorçage, elle est encore plus faible. Deux interprétations sont en principe possibles : 1°) un renversement prématuré des supports devant la flamme; 2°) l'augmentation du nuage de poussières de charbon précédant la flamme, au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point d'amorçage.

De l'ensemble des essais avec explosions faibles, il résulte que leur neutralisation serait probablement plus facile avec des arrêts-barrages à auges de dimensions inférieures à celles des auges ayant servi aux essais. Leur nombre devrait évidemment être augmenté en conséquence.

NEUTRALISATION D'EXPLOSIONS VIOLENTES

Les explosions violentes étaient produites en répandant de la poussière de charbon non seulement sur le sol, mais également sur les étagères ou planches latérales et au front de tir.

Dans tous ces essais, la vitesse de la flamme croît avec son éloignement du point d'amorçage; cependant, le front de flamme n'atteint pas trop rapidement l'onde de pression maximum.

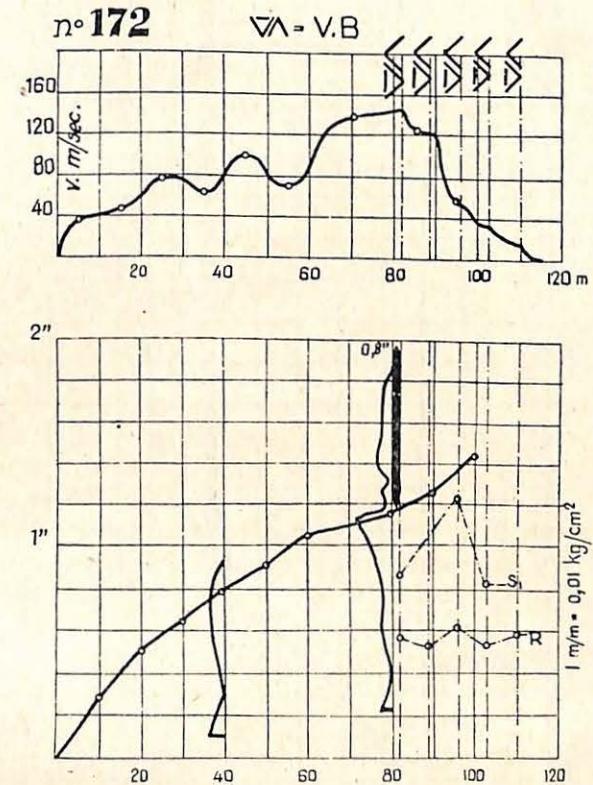


Fig. 6. — Essai n° 172.

Explosion faible déclenchée par 240 gr. de dynamite-gomme (100 gr. de poussière de charbon dans le mortier).

Arrêt-barrage de 5 supports V. B., entre le 82° et le 110° mètre de galerie; 100 kg. de stériles par m² de section.

L'explosion a été arrêtée.

En haut : courbe de vitesse de flamme. Vitesse maximum : 140 m./sec.

En bas : courbe de temps de flamme et 2 diagrammes de pression.

	Temps de flamme	Durée de flamme	Pression maximum en kg./cm ²
Au 40° mètre	0,8"	—	0,03
Au 80° mètre	1,18"	0,8"	0,08

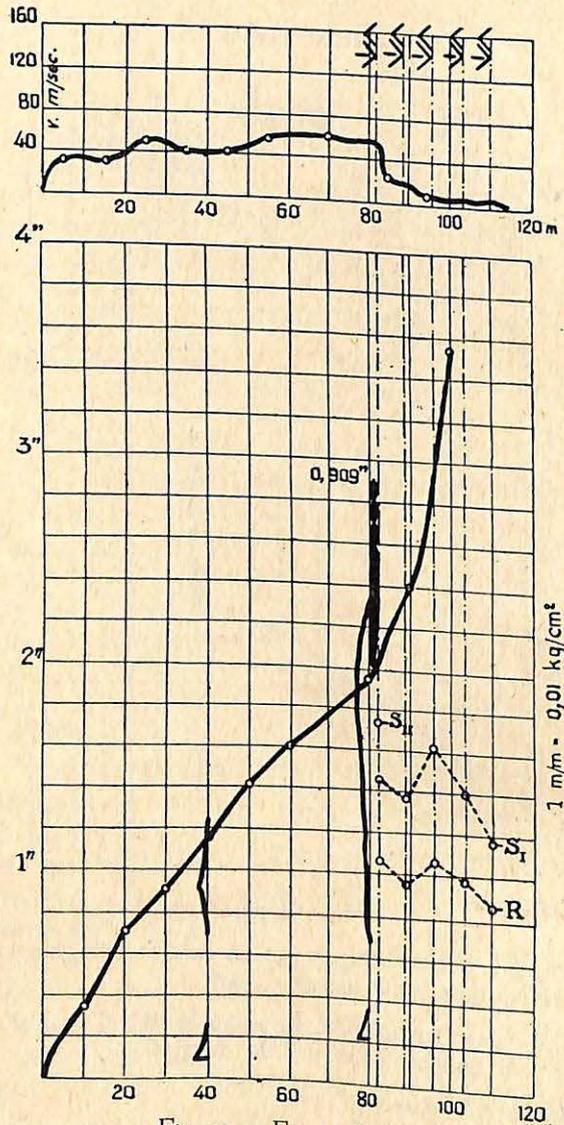


Fig. 7. — Essai n° 171.

Explosion faible, déclenchée par le tir de 240 gr. de dynamite-gomme (100 gr. de poussière de charbon dans le canon).

Arrêt-barrage de 5 supports V. V. entre le 82° et le 110° mètre de galerie; 80 kg. de stérile par m² de section.

L'explosion a été arrêtée.

En haut : courbe de vitesse de flamme. Vitesse maximum : 60 m./sec. du 55° au 70° mètre.

En bas : courbe de temps de flamme et 2 diagrammes de pression.

	Temps de flamme	Durée de flamme	Pression maximum en kg./cm ²
Au 40° mètre	1,15"	—	0,02
Au 80° mètre	1,95"	0,909"	0,03

Pour arrêter l'explosion sur 40 mètres, il suffisait d'un ou de deux supports. A cette distance, le front de flamme se trouvait encore derrière l'onde de pression.

A 60 mètres, il fallait 5 supports pour neutraliser efficacement l'explosion.

On peut dire, en général, que les explosions de ce genre sont beaucoup plus faciles à arrêter que les explosions faibles, décrites précédemment.

L'auteur a effectué 15 essais de neutralisation qui peuvent être considérés comme entièrement satisfaisants.

NEUTRALISATION D'EXPLOSIONS TRES VIOLENTES

Ces explosions diffèrent des précédentes par une plus grande accélération de la vitesse de flamme.

Le front de flamme atteint très rapidement l'onde de pression, par exemple dans l'essai n° 203, après 20 m. Les vitesses de flamme, immédiatement avant les arrêts-barrages, sont relativement plus élevées et il est très difficile d'arrêter ces explosions parce que le front de flamme dépasse le maximum de l'onde de pression explosive avant l'arrêt-barrage.

La disposition des arrêts-barrages la plus favorable à la neutralisation est tout près du point d'amorçage, en raison de la rapidité avec laquelle la flamme rejoint l'onde de pression.

Ce n'est qu'en rapprochant les supports à une distance de 17 m. du point d'amorçage que nous avons obtenu la neutralisation. Il est à remarquer que les arrêts-barrages se renversaient avant l'arrivée de la flamme, malgré ce faible éloignement.

A une plus grande distance du fond, c'est-à-dire à partir de 20 m., 6 et même 9 supports ne suffisaient pas pour arrêter l'explosion.

Sur onze essais, avec arrêts-barrages placés à une distance de 20 m. seulement du point d'amorçage, nous avons réussi une seule fois, en espaçant les supports sur 20 m., à neutraliser l'explosion.

Les raisons de ces défaillances ressortent des théories générales sur cette question. A une petite distance du point d'amorçage, soit à 20 ou 40 m., la force de l'onde de pression explosive est encore trop faible pour former une suspension de poussière stérile suffisante, alors que la vitesse propre de la flamme ainsi que sa densité sont importantes. Il en résulte que l'explosion franchit l'arrêt-barrage.

Ordinairement, pour 20 à 40 m., nous trouvons la majeure partie de la poussière stérile sous les arrêts-barrages. Ce n'est que pour des distances plus grandes du point d'amorçage que la poussière stérile était mieux dispersée, mais dans ce cas, la vitesse de la flamme augmentait également et exerçait une influence prédominante. La neutralisation de ces explosions est très difficile.

Même 9 supports du type V. V., correspondant à 180 kg. de poussière de schiste par m² de section de galerie, ne suffisaient pas.

Nous sommes d'avis, malgré cela, en nous basant sur nos observations, qu'en augmentant le nombre de supports, on peut obtenir également la neutralisation de ces explosions. Cependant, nous croyons que le nombre de supports à mettre en œuvre serait trop considérable pour être pratique.

NEUTRALISATION D'EXPLOSIONS FAIBLES AMORCEES PAR UNE EXPLOSION LOCALE DE GRISOU

Les conditions de ces essais diffèrent de celles relatives aux explosions faibles ordinaires, par le fait que, dans le fond de la galerie, on ménageait une chambre d'explosion contenant 10 m³ d'un mélange explosif de grisou, délimitée à l'aide d'une cloison de papier.

Notons comme caractéristique spécifique de ces explosions, que l'onde de pression de l'explosion de poussière et celle de l'amorçage, ordinairement séparées l'une de l'autre, se combinent ensemble, à cause de l'amorçage très violent de l'explosion qui donne lieu à un nuage primaire de grandes dimensions.

La combustion dans ce nuage se développe librement, après la disparition de l'effet direct de l'amorçage, donnant lieu à un développement rapide de l'onde de pression, qui se joint à l'onde du coup de grisou d'amorçage.

Exemple : l'essai n° 126. — Le front de flamme est en-deçà de l'onde de pression ou bien voisin de celle-ci. Ceci montre que la combustion dans le nuage de poussière n'est pas trop rapide, autrement dit que la vitesse propre de la flamme dans la suspension est — nous le croyons — pas trop grande.

La très grande vitesse initiale mesurée de la flamme, atteignant jusqu'à 240 m./sec., résulte de la grande vitesse communiquée au milieu inflammable par l'explosion du grisou.

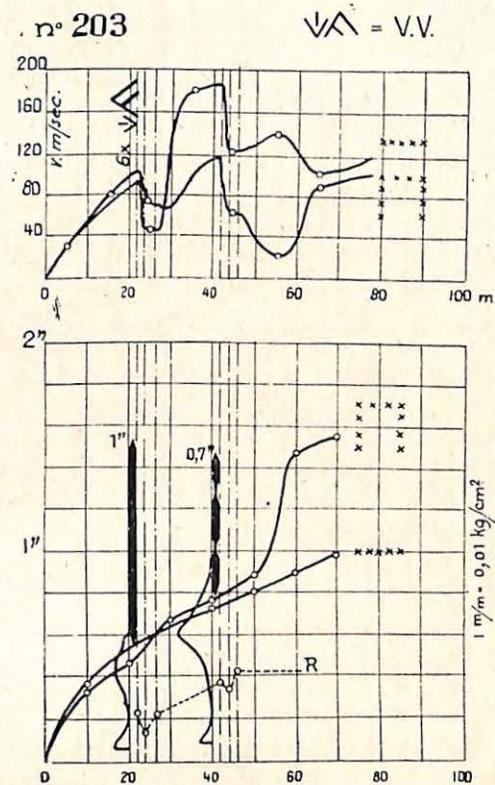


Fig. 8. — Essai n° 203.

Explosion très violente déclenchée par le tir de 240 gr. de dynamite-gomme.

Arrêt-barrage de 6 supports V. V. disposés entre le 22^e et le 46^e mètre de galerie.

Poids de stériles : 120 kg. par m² de section.

En haut : deux courbes de vitesse de flamme. Vitesse maximum, environ 190 m./sec. au 40^e mètre de galerie

En bas : deux courbes de temps de flamme et deux diagrammes de pression.

	Temps de flamme	Durée de flamme	Pression maximum en kg./cm ²
Au 20 ^e mètre	0,5''	1''	0,03
Au 40 ^e mètre	0,72''	0,7''	0,07

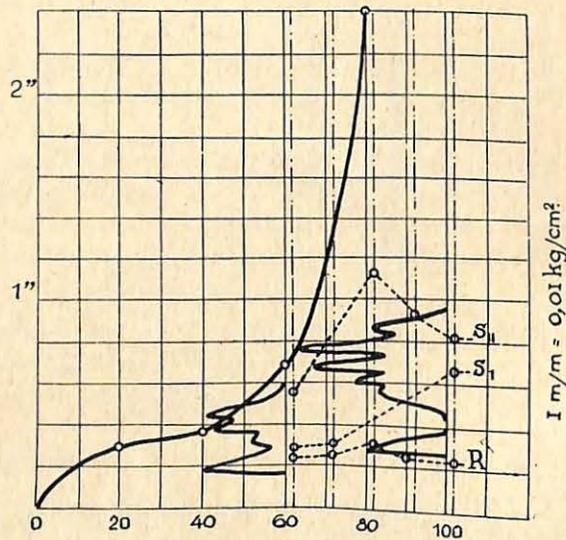
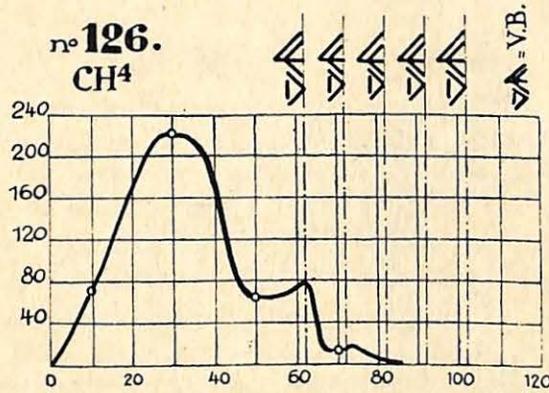


Fig. 9. — Essai n° 126.

Explosion faible déclenchée par le tir de 240 gr. de dynamite-gomme, 10 m³ de mélange grisouteux explosif (100 gr. de poussière dans le canon).

Arrêt-barrage de 5 supports V. B. entre le 62^e et le 102^e mètre; 60 kg. de stériles par m² de section.

L'explosion a été arrêtée.

En haut : courbe de vitesse de flamme. Vitesse maximum, 220 m./sec.

En bas : courbe de temps de flamme et 2 diagrammes de pression.

	Temps de flamme	Durée de flamme	Pression maximum en kg./cm ²
Au 60 ^e mètre	0,67"	—	0,2
Au 100 ^e mètre	—	—	0,35

Le diagramme enregistré de la vitesse de la flamme montre qu'il en est bien ainsi. Cette vitesse diminue après disparition de l'effet direct de l'amorçage.

La vitesse propre peu élevée de la flamme provient — nous le pensons — de la distribution de la poussière sur le sol seulement, donnant lieu à un nuage de densité insuffisante dans toute la section de la galerie.

Cette hypothèse est confirmée par le fait que ces explosions sont très faciles à arrêter. Le renversement des supports se produit presque intégralement au moment du passage de l'onde très puissante qui précède la flamme.

Le moment du renversement des supports est donc très favorable. Ceci est visible sur tous les diagrammes des essais. La quantité de poussière de schiste, jouant un rôle efficace, est très considérable.

La neutralisation de ces explosions ne présente aucune difficulté, aussi bien à une faible distance qu'à une distance plus éloignée du point d'amorçage. Sur 9 essais, la neutralisation de l'explosion a eu lieu dans tous les cas et le nombre de supports nécessaires variait de 2 à 4, c'est-à-dire qu'il fallait de 40 à 80 kg. de stériles par m² de section de galerie.

NEUTRALISATION D'EXPLOSIONS TRES VIOLENTES PRODUITES PAR UNE EXPLOSION LOCALE

Dans ces essais, la poussière de charbon a été répandue sur le sol, ainsi que sur les étagères et le front de tir.

Ces explosions se caractérisent également par une accélération initiale très considérable de la vitesse de flamme, qui atteint 377 m./sec. par exemple dans l'essai n° 125.

Les ondes de pression primaire et secondaire sont réunies ici également. Cependant, contrairement aux explosions faibles amorcées à l'aide de grisou, la vitesse propre de la flamme devient immédiatement très considérable, le front de flamme se trouve déjà à 20 m. de distance dans l'onde de pression et à proximité du maximum de cette onde, par exemple dans l'essai n° 125.

Ces explosions sont les plus violentes parmi celles que nous avons examinées. Nous les considérons comme pratiquement non susceptibles d'être neutralisées à l'aide d'arrêts-barrages.

Sur 6 essais, une fois seulement, nous sommes parvenus à arrêter l'explosion à l'aide de 6 supports, conditionnés spécialement et dont nous parlerons plus tard (supports à chanières).

Dans les autres essais, les 6 supports n'ont pas suffi à neutraliser l'explosion. Il faut remarquer que, pour éviter les dégradations à la galerie d'essais, nous avons placé les supports à une faible distance du point d'amorçage.

Dans ces essais, le renversement des supports avait lieu de 0,110" à 0,226" avant le passage de la flamme. Nous ne pouvons pas affirmer que ce temps était trop court, car dans un essai l'explosion a été arrêtée.

Egalement, dans certains essais avec explosions faibles et amorçage au grisou, ce temps était inférieur à 0,2", permettant encore l'arrêt de l'explosion.

Il est possible aussi que la neutralisation de ces explosions très violentes soit fonction également du nombre des supports. En tout cas, avant de conclure, il faudrait poursuivre les essais.

Ces explosions ne peuvent pratiquement pas être arrêtées à l'aide d'arrêts-barrages, parce que, comme précédemment, le nombre des supports nécessaires serait trop élevé.

ETUDE DU MOUVEMENT DES AUGES CULBUTEUSES ET ESSAIS DE REGULARISATION DE CE MOUVEMENT - AUGES A CHARNIERES

Comme il ressort des résultats des essais comparatifs avec auges simples et auges construites exactement suivant le modèle américain, ces dernières présentent une certaine supériorité, moins grande cependant qu'on aurait pu penser.

L'absence de mesures de l'onde de pression explosive dans nos essais de 1935 ne nous permet pas d'établir une comparaison exacte entre les résultats antérieurs et ceux d'aujourd'hui. Néanmoins, une mise en parallèle peut être intéressante, ne fût-ce qu'au point de vue de l'orientation de nos essais.

Nous avons effectué les essais antérieurs avec arrêts-barrages exclusivement à auges simples, dans des conditions d'explosions violentes.

Six supports chargés ensemble de 600 kg. de poussières de schiste, placés en deux groupes, ont arrêté efficacement ces explosions violentes.

Trois supports, avec un total de 500 kg. de poussières de schiste, ont arrêté les explosions moins violentes.

Ces essais comparatifs ne font pas ressortir la supériorité des arrêts-barrages étudiés actuellement, mais plutôt l'inverse.

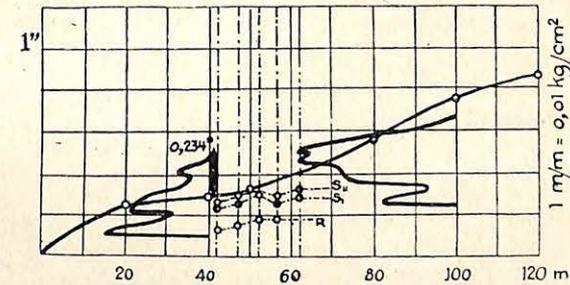
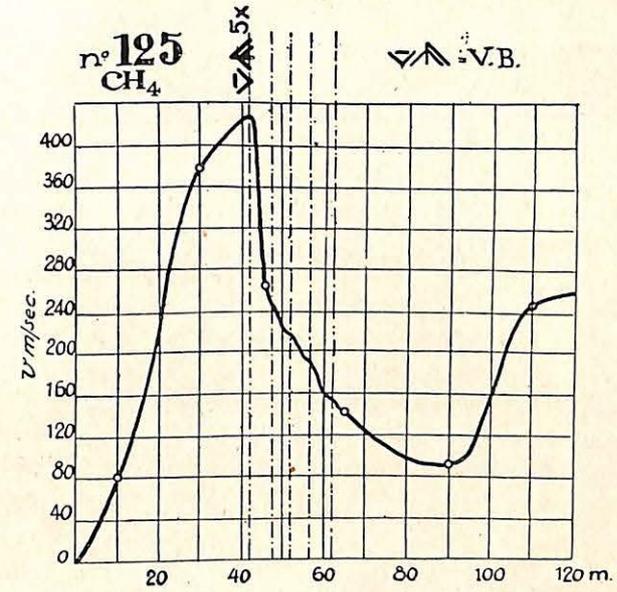


Fig. 10. — Essai n° 125.

Explosion violente déclenchée par le tir de 240 gr. de dynamite-gomme et l'inflammation de 10 m³ de mélange grisouteux explosif (100 gr. de poussière de charbon dans le canon).

Arrêt-barrage de 5 supports V. B. entre le 42^e et le 62^e mètre; 100 kg. de stérile par m² de section.

L'explosion, fortement ralentie par l'arrêt-barrage, n'a cependant pas été arrêtée.

En haut : courbe de vitesse de flamme. Vitesse maximum : 428 m./sec. au 42^e mètre.

En cas : courbe de temps de flamme et 2 diagrammes de pression.

	Temps de flamme	Durée de flamme	Pression maximum en kg./cm ²
Au 40 ^e mètre . . .	0,50"	0,234"	0,255
Au 100 ^e mètre . . .	0,75"	—	0,380

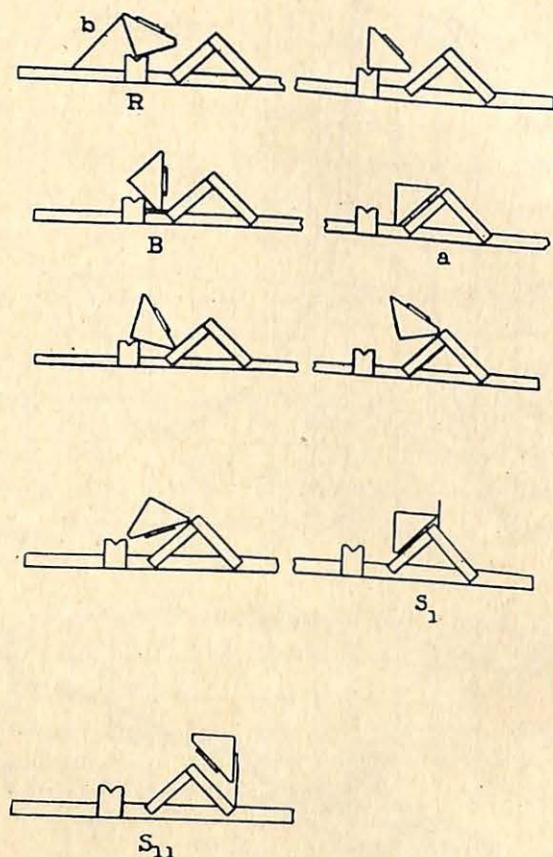


Fig. 11. — Enregistrement du mouvement de l'auge V. B.

Les 4 premiers croquis montrent le fonctionnement normal :

R : perte d'équilibre de l'auge. Rupture du fil conducteur *b*.

1^{re} ligne à droite : déplacement de l'auge, le long du support.

B : le bord de l'auge vient en contact avec le bois horizontal. Rupture d'un fil conducteur relié au chronographe.

a : position correcte de l'auge renversée.

Les cinq croquis suivants montrent les irrégularités possibles :

3^e ligne à gauche : le bord de l'auge vient en contact avec la paroi inférieure du butoir.

3^e ligne à droite : le bord de l'auge vient en contact avec la partie supérieure du butoir.

4^e ligne à gauche : le bord opposé de l'auge vient en contact avec le butoir.

4^e ligne à droite, S₁ : auge au sommet du butoir. Rupture d'un fil conducteur relié au chronographe.

4^e ligne, S₂ : auge projetée au delà du butoir. Rupture d'un fil conducteur relié au chronographe.

Il en ressort cependant que la supériorité des arrêts-barrages à auges originels est moins importante que l'on aurait pu le croire.

Il est possible que les essais comparatifs avec explosions faibles feront apparaître leur supériorité plus nettement.

Comme nous l'avons indiqué au début, en raison de la durée très courte entre le renversement des supports et l'arrivée de la flamme (comprise entre 2,5'' et 0,25''), chacun des différents mouvements des supports conditionne leur efficacité.

Nous avons donc étudié d'une manière plus approfondie le mouvement des auges à l'aide de conducteurs placés sur des circuits de chronographes et brisés par les diverses positions prises par l'auge.

Ce n'est que très rarement, dans les essais avec explosions faibles, ou bien lorsque les supports avaient été disposés à proximité du front de tir, qu'on les trouvait renversés contre les butoirs après l'explosion, comme indiqué dans la figure 11, croquis *a*, appelée position « correcte ».

Dans la plupart des cas, les auges étaient brisées.

Désirant examiner plus en détail le trajet parcouru par l'auge, dans le temps, au cours des différentes phases d'explosion, nous avons enregistré, dans une série d'essais, les positions successives des auges, représentées dans la figure 11.

Les essais ont démontré que seules les explosions peu intenses donnaient lieu à une position correcte des auges pendant un certain temps.

Dans beaucoup de cas, les auges ne venaient pas buter contre les bois horizontaux (B). D'après la violence de l'explosion, l'auge heurtait le bord inférieur du butoir, ou bien directement le bord supérieur avec une tendance à passer au-dessus du butoir; et si cet espace était trop petit, l'auge détruisait le butoir, ou bien se brisait elle-même.

Les mouvements des supports provoqués par des explosions très violentes ne sont pas satisfaisants à cause d'une certaine irrégularité de fonctionnement.

Pour obliger l'auge à occuper une position correcte pour le déversement de la poussière de schiste, nous avons imaginé une disposition du type à « chamière » comme indiqué dans la figure 12.

Nous avons prévu ensuite un système d'appui convenable pour éviter que l'auge ne doive pas être maintenue par la chamière après son renversement par l'explosion.

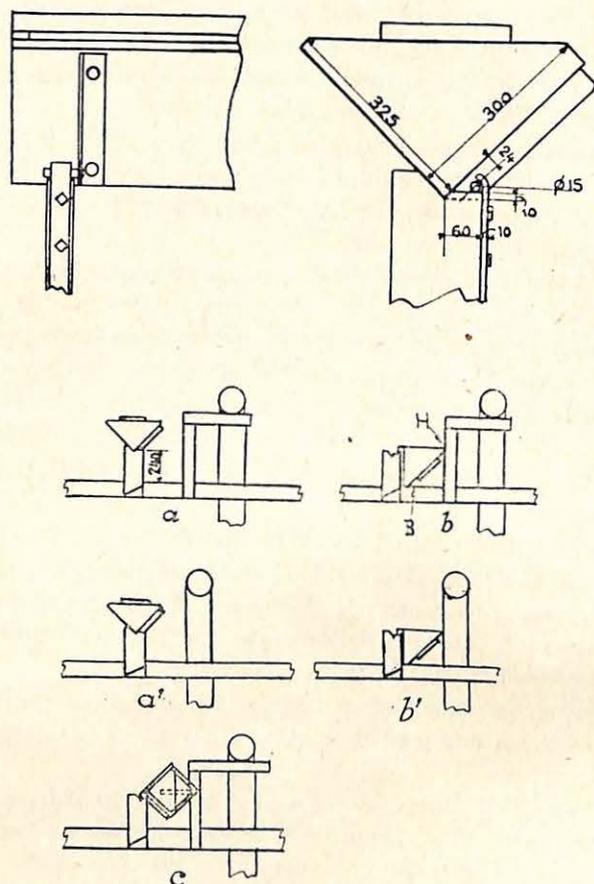


Fig. 12. — Aube à charnières.

Vues diverses de l'aube. Les deux croquis supérieurs donnent les détails.

Les croquis a et a' : auge V.B., avant fonctionnement.

Les croquis b et b' : auge V.B., après fonctionnement.

Le dernier croquis c montre l'auge V.V., après fonctionnement.

Le type à charnières convient pour les auges V.B., mais non pour les auges V.V. : après le renversement indiqué en c, on voit la cloison verticale placée horizontalement et s'opposant ainsi à la vidange de la partie supérieure.

Cette disposition s'adapte mieux aux auges V.B. qu'aux auges V.V., car, comme nous l'avons constaté pendant les explosions très violentes, l'auge V.V. n'occupe pas la position b ou b' indiquée à la figure 13, mais bien la position c, et se détache de la charnière.

La chicane verticale de l'auge prend une position horizontale : une partie de la poussière de schiste y reste déposée et ne participe pas à la neutralisation.

Les auges V.B. ne présentent pas ces inconvénients.

Comme les résultats actuels l'indiquent, les arrêts-barrages avec auges V.B. à charnières fonctionnaient très régulièrement. Ils ont arrêté les explosions très violentes et une explosion violente amorcée au grisou.

Ces auges V.B. à charnières avaient le meilleur fonctionnement de toutes celles étudiées jusqu'à présent.

Les travaux ci-dessus ont confirmé nos observations relatives aux inévitables irrégularités de fonctionnement des auges sans charnière.

Les auges avec charnières ont comme inconvénient, vis-à-vis des auges simples, de présenter une complication plus grande qui n'est cependant pas de nature à causer de sérieux ennuis dans une mine ordinaire.

On peut leur reprocher également de fonctionner à sens unique. On pourrait y remédier en disposant des charnières des deux côtés de l'auge. Mais la chose doit encore être étudiée.

REMARQUES GENERALES

En nous basant sur les travaux effectués, nous pouvons conclure que les arrêts-barrages étudiés peuvent être utiles dans beaucoup de cas. Parmi les arrêts-barrages américains originels, les arrêts-barrages à auges V.V. semblent être un peu meilleurs que ceux à auges V.B.

En cas de possibilité d'explosions très violentes dans la mine (coup de poussière simple ou amorcé à l'aide d'une inflammation de grisou) la mise en œuvre des arrêts-barrages doit être accompagnée de schistification sur une longueur correspondant à celle des arrêts-barrages.

Dans le cas d'explosions à vitesse initiale pas trop élevée, il existe ordinairement une certaine zone particulièrement appropriée pour l'établissement des arrêts-barrages. On ne peut évidemment pas prévoir dans la mine les phénomènes susceptibles de se produire pen-

dant l'explosion, ainsi que l'emplacement le plus approprié des arrêts-barrages.

Une disposition judicieuse des arrêts-barrages serait à notre avis celle consistant à placer, à une distance d'environ 30 m. du front de tir, 2 supports à 2 m. l'un de l'autre; ensuite, à 50 m. environ, un second groupe de supports distants de 2 à 3 m. l'un de l'autre et, 10 m. plus loin, un troisième groupe de supports avec des intervalles de 2 à 3 m.

Nous recommandons particulièrement le placement d'au moins deux supports à faible distance, à environ 30 m. du front de tir, destinés à neutraliser les explosions au début de leur développement.

N. B. — Depuis 1937, date de la Conférence internationale des Directeurs des Stations minières d'essais, en Belgique, l'auteur a continué ses travaux sur la neutralisation des explosions de poussières de charbon à l'aide d'arrêts-barrages.

Au cours de ses recherches, l'auteur a effectué des essais avec un type d'arrêt-barrage qui arrête efficacement même des explosions très violentes à peu de distance de la cause d'explosion, ce qu'il n'était pas possible d'obtenir avec les autres arrêts-barrages dont il est question dans ce mémoire.

Les résultats de ces dernières recherches seront publiés pour la 5^e Conférence internationale des Directeurs de Stations minières d'essais à tenir en septembre 1939 à Washington et Pittsburgh Pa (U. S. A.) ainsi que dans la revue minière polonaise « Przegląd Gorniczo-Hutniczy ».

L'Inflammation du grisou par explosifs miniers

par

W. PAYMAN,
Principal Scientific Officer,
Station expérimentale de Buxton
du Safety in Mines Research Board.

Communication présentée à la IV^e Conférence internationale des Directeurs de Stations minières d'essais. — Bruxelles-Pâturages, septembre 1937.

Le Dr. Payman poursuit, depuis nombre d'années, d'importants travaux sur les explosifs. Il s'est surtout spécialisé dans les photographies Schlieren et sur film tournant à grande vitesse, lui permettant d'enregistrer les ondes.

Avec ses divers collaborateurs, H. Robinson, W. C. F. Shepherd, H. Titman et D. W. Woodhead, il a réalisé une œuvre considérable.

La présente conférence étudiait la détonation d'une cartouche librement suspendue dans l'atmosphère.

Un des essais adoptés par la Station britannique à Buxton, pour explosifs gainés, consiste à tirer une cartouche librement suspendue dans un mélange grisouteux.

Ces conditions ne sont pas nécessairement celles qui provoqueront le plus vraisemblablement l'inflammation du grisou dans les essais, mais elles ont été choisies parce qu'elles semblent se rapprocher le plus près des conditions qu'on croit être les plus dangereuses dans la pratique.

Des appareils photographiques « Schlieren » et des appareils à tambour mobile ont été employés pour obtenir l'enregistrement photographique de la perturbation atmosphérique produite par la détonation d'une cartouche d'explosif librement suspendue dans l'air en même temps que quelques informations au sujet du mode de destruction de la cartouche pendant la détonation.