

NOTES DIVERSES

LE RAPPORT

DE LA

COMMISSION FRANÇAISE DES SUBSTANCES EXPLOSIVES

SUR LA

QUESTION DU BOURRAGE

DES

COUPS DE MINES

[62281]

Les *Annales des Mines* de France ont donné, dans la livraison de juin 1901, un rapport qu'en raison de son intérêt spécial nous croyons devoir reproduire *in extenso*.

Il a trait à l'influence du bourrage des coups de mine au point de vue de la nature des matières employées pour ce bourrage, et il contient la relation d'importantes expériences auxquelles la Commission des substances explosives a procédé pour élucider divers points qui lui avaient été soumis par M. le Ministre de la guerre.

On ne peut dire que les travaux dont il s'agit aient épuisé la question; et même l'examen des résultats de ces essais laisse subsister quelque perplexité sur les conclusions qu'il faut en tirer. Néanmoins ces expériences, conduites avec soin et méthode, jettent des lumières nouvelles sur cette question spéciale, qui constitue une des faces de cette question plus générale, si importante au point de vue de la sécurité des mines et toujours d'actualité, la question du minage et de l'emploi des explosifs.

Il nous paraît utile, pour donner à cette reproduction tout l'intérêt qu'elle comporte, de rappeler quelques antécédents relatifs à l'influence du bourrage en général.

La célèbre circulaire ministérielle du 1^{er} août 1890 issue des travaux de la Commission française du grisou et qui a introduit dans la question des explosifs de sûreté les importantes notions théoriques que l'on sait, notamment celle de la température de détonation, a réglementé aussi avec assez de précision le bourrage des mines. L'article 5 du modèle d'arrêté préfectoral annexé à cette circulaire était ainsi conçu :

Le bourrage des explosifs prescrit à l'article 2 sera fait soigneusement avec des matières plastiques, de manière à éviter le débouillage; la hauteur n'en sera pas inférieure à 20 centimètres pour les premiers 100 grammes de la charge, avec addition de 5 centimètres pour chaque centaine de grammes ajoutée; on ne sera toutefois jamais obligé de dépasser 50 centimètres.

Dans cette même année 1890, M. Simon, ingénieur principal aux mines de Liévin, a procédé à d'intéressantes expériences sur divers explosifs et notamment sur des explosifs de sûreté composés selon la nouvelle formule.

Nous transcrivons la partie du compte-rendu qui est relative à l'influence du bourrage (1).

Après avoir constaté que, dans les conditions où ont été faites les expériences : explosifs librement suspendus ou détonant sans bourrage au fond d'un canon, tous les explosifs de sûreté essayés ont allumé des mélanges de 8 à 10 % de gaz d'éclairage, M. Simon poursuit :

En présence de ces résultats, il était intéressant d'étudier l'influence du bourrage. La question fut posée de la façon suivante : Quelle hauteur de matière inerte, de sable par exemple, faut-il placer au-dessus de la charge pour empêcher l'inflammation ?

(1) A. SIMON. Note relative à des essais faits aux mines de Liévin sur les explosifs de sûreté, *Annales des Mines*, 8^{me} série, t. XVIII.

Dans les expériences qui suivent, après avoir placé l'explosif, on a versé du sable dans le trou, d'abord pour remplir l'espace annulaire compris entre la cartouche et les parois du trou, et jusqu'à ce qu'on ait créé une surcharge d'une hauteur déterminée. Ce sable est sec; on ne le comprime pas; il ne forme donc pas un bourrage proprement dit.

NATURE DE L'EXPLOSIF	Quantité d'explosif	Hauteur de la surcharge de sable	Proportion de gaz d'éclairage	RÉSULTATS	
				I Inflammation	N Non-inflammation
Grisoutine B. . . .	65	10	10 o/o	N	3 essais
		10	12 o/o	N	2 essais
		10	14 o/o	N	
		10	16 o/o	N	
		10	12 o/o	I	
Dynamite-gomme . .	85	20	12 o/o	I	
		30	12 o/o	N	
		30	10 o/o	I	
Grisoutine G. . . .	80	30	10 o/o	N	
		10	12 o/o	N	

Comme complément à ce tableau, nous donnons les résultats d'expériences faites le 16 juin 1890, en présence de MM. Mallard, Le Châtelier, Chesneau, membres de la Commission du grisou, et MM. Fontaine et Pellé, ingénieurs au corps des mines, à Arras.

NATURE DE L'EXPLOSIF	Quantité d'explosif	Hauteur de la surcharge de sable	Proportion de gaz d'éclairage	RÉSULTATS I Inflammation N Non-inflammation
Explosif à 95 o/o de coton octonitrique	55 gr.	Sans	10 o/o	I
	id.	Sans	12 o/o	I Explosion vive.
	id.	On met du sable seul dans l'espace annulaire compris entre la cartouche et les parois.	id.	I
	id.	Sans	Sans gaz	N
	id.	5 centim.	12 o/o	N
Grisoutine B.	id.	2 centim.	id.	N 2 essais.
	id.	2 centim.	15 o/o	N
	60 gr.	Sans	15 o/o	I Flamme très vive de 2 m. au-dessus du tube.
	id.	Sans	10 o/o	I Flamme de 1 m.
Grisoutine M.	id.	2 centim.	15 o/o	I Flamme très vive de 2 m.
	id.	5 centim.	15 o/o	N
	60 gr.	Sans	15 o/o	I Explosion très forte, vibra- tions prolongées.
Grisoutine G.	id.	2 centim.	id.	N
	80 gr.	2 centim.	id.	I Explosion forte.
	id.	5 centim.	id.	N

Ces résultats sont remarquables : ils montrent que, pour un poids de 50 à 60 grammes, l'explosif au coton octonitrique et la grisoutine M n'enflamment plus les mélanges les plus dangereux de gaz d'éclairage et d'air, dès qu'il y a une surcharge de sable de 2 centimètres.

La grisoutine B et la grisoutine G exigent une surcharge de 5 centimètres.

Une charge un peu supérieure de dynamite-gomme (85 gr.) exige une hauteur de sable de 30 centimètres.

Ces chiffres donnent une mesure de la différence de sécurité que présentent les nouveaux explosifs et la dynamite-gomme.

Ils sont d'ailleurs très rassurants en ce qui concerne les explosifs de sûreté; car en admettant que l'inflammabilité augmente avec la quantité d'explosif, on peut concevoir l'espoir qu'un bourrage proportionné à la charge soit toujours suffisant pour empêcher l'inflammation, et cet espoir sera d'autant plus fondé qu'un véritable bourrage, fait avec une matière plastique, présente une efficacité bien plus grande qu'une simple surcharge de sable sec.

Pour confirmer cette manière de voir, on a opéré sur de grandes charges.

NATURE DE L'EXPLOSIF	Quantité d'explosif	Hauteur de la surcharge de sable	Proportion de gaz d'éclairage	RÉSULTATS N Non-inflammation
	gr.			
Grisoutine M . . .	90	6	id.	N
	120	6	id.	N
	240	6	id.	N
Grisoutine B. . .	120	4	id.	N
	180	4	id.	N
	120	4	id.	N
Grisoutine F. . .	180	4	id.	N
	110	4	id.	N
Explosif au coton octonitrique . . .	160	4	id.	N

Une quantité relativement élevée d'explosif de sûreté (180 gr.) n'exige qu'une charge de 4 centimètres pour éviter l'inflammation.

Une quantité plus élevée encore (240 gr.) de grisoutine M n'a exigé que 6 centimètres de sable pour arriver au même but.

Il n'est donc pas nécessaire que la surcharge de sable augmente aussi rapidement que la charge, et il n'est pas exagéré de penser que les charges les plus fortes employées dans la pratique seront toujours rendues inoffensives par une surcharge de sable relativement faible et inférieure à 15 centimètres.

La grisoutine-gomme elle-même, qui a une température de détonation de 1,862 degrés, a donné des résultats satisfaisants. Elle exige cependant une surcharge un peu plus forte que les explosifs à basse température de détonation.

CHARGE	Hauteur de la surcharge de sable	Proportion de gaz d'éclairage	RÉSULTATS
180 grammes	6 centimètres	10 o/o	I
180 grammes	8 centimètres	10 o/o	N

Nous avons dit en commençant qu'un trou plus profond que le nôtre, aurait aggravé encore le danger. Néanmoins, en tenant compte de ce fait, il est permis d'affirmer qu'avec un bourrage énergique les explosifs à moyenne température de détonation et, à plus

forte raison ceux à basse température de détonation, n'allumeront pas les mélanges d'air et 10 % de gaz d'éclairage reconnus plus dangereux que les mélanges grisouteux. »

Nous reproduisons aussi le chapitre consacré à l'influence du bourrage de poussières.

Dans les expériences qui précèdent, on a cherché à placer l'explosif dans les conditions les plus favorables à l'inflammation. Mais un coup de mine, bourré avec des poussières inflammables, n'est-il pas plus dangereux, quand il débouffe, que l'explosif simple placé au fond du trou ?

On sait qu'une mine chargée de poudre noire et bourrée avec des poussières inflammables produit une flamme beaucoup plus étendue que ne le serait la poudre noire sans bourrage.

En est-il de même pour les substances parcourues par l'onde explosive ? Non, et voici quelques faits à l'appui de cette assertion.

Dans des essais antérieurs faits sur les poussières seules, nous avons remarqué que la dynamite-gomme peut donner de grandes inflammations de poussières, quand elle est placée sans bourrage au fond d'un trou de mine ; que ces inflammations sont, en général, de moindre étendue, souvent nulles, quand il y a bourrage de poussières.

La dynamite n° 1 a fourni des résultats analogues.

Avec des mélanges d'air et de 10 % de gaz d'éclairage, une charge de 80 grammes de dynamite-gomme, bourrée de poussières jusqu'à l'orifice du trou de mine, n'a pas produit d'inflammation. Cette même quantité de dynamite-gomme, sans bourrage, produit toujours une violente explosion.

Enfin, voici les résultats qu'ont donnés les explosifs de sûreté :

NATURE DE L'EXPLOSIF	Quantité d'explosif	Profondeur de gaz d'éclairage	Hauteur de la bourre de poussière	RÉSULTATS N Non-inflammation
Grisoutine-gomme G	gr. 120	12 o/o	centim. 25	N
Explosif à 9.5 o/o de coton octonitrique	110	id.	25	N
Grisoutine M	120	id.	25	N 2 essais
Grisoutine F.	120	id.	25	N 2 essais.

Sans bourrage de poussières, il y aurait eu inflammation dans tous les cas.

Les poussières employées étaient particulièrement fines et inflammables, et provenaient du puits n° 1 de Liévin, où les charbons renferment 30 à 35 % de matières volatiles.

Ainsi le bourrage de poussières n'aggrave pas le danger des mines chargées de poudre de sûreté et, en général, de poudres susceptibles d'être parcourues par l'onde explosive. Il n'en faudra pas moins continuer à proscrire l'emploi des poussières comme bourrage, d'abord parce que les résultats que nous donnons ne s'appliquent qu'aux poussières de Liévin, et qu'ils peuvent être en désaccord avec ceux que donneraient des poussières encore plus inflammables, ensuite parce que les poussières formeront toujours un bourrage moins efficace qu'une matière plastique, l'argile humide, par exemple.

L'influence favorable du bourrage n'a, pendant les années qui ont suivi, cessé d'être vérifiée aussi bien dans la pratique que dans les expériences. En présence des fortes charges parfois usitées, l'Administration des mines française a fait disparaître la faculté accordée par l'article 5 du modèle d'arrêté de 1890, de limiter à 0^m50 la longueur du bourrage, cette longueur étant insuffisante dans le cas de fortes charges.

Une circulaire ministérielle du 8 décembre 1899 a donné à l'article 5 la nouvelle rédaction suivante :

Le bourrage des explosifs prescrits à l'article 2 sera fait soigneusement avec des matières plastiques, de manière à éviter le débouillage; la hauteur n'en sera pas inférieure à 0^m20 pour les premiers 100 grammes de la charge, avec addition de 5 centimètres pour chaque centaines de grammes ajoutés.

.

Les règlements anglais prescrivent aussi le bourrage des mines.

On sait que les essais de Woolwich (1), qui donnent lieu

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. III, p. 308, et t. V, p. 139.

aux *permitted* et aux *special* listes, se font avec bourrage. L'ordonnance ministérielle du 18 décembre 1896 prescrivait :

L'emploi de ces explosifs (*permitted*) sera (dans les mines grisou-teuses ou poussiéreuses) soumis aux conditions suivantes :

a) Toute charge d'explosifs doit être placée dans un trou convenablement creusé à cet effet et recouvert par un bourrage suffisant qui, dans tous les cas, aura une longueur minimum de 9 pouces (0^m23) (1).

Une ordonnance du 4 juin 1897 a modifié cet article comme suit :

a) La charge sera placée dans un trou convenablement creusé et recevra un bourrage suffisant (1).

Cela rappelé nous laissons la parole au rapporteur de la Commission française.

V. W.

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES

RAPPORT

sur l'Étude de la Question du bourrage des coups de mine

Par dépêche du 26 janvier 1900, M. le Ministre de la Guerre a saisi la Commission des Substances explosives de l'étude de la question du bourrage des coups de mine, au point de vue de la nature des matières qui peuvent être employées ou dont l'usage doit être interdit, notamment en ce qui concerne le sable.

A la dépêche ministérielle était joint un extrait des registres de délibérations du Conseil général des Mines, définissant complètement le problème soumis à l'examen de la Commission.

(1) *Annales des Mines de Belgique*, t. II, pp. 173 et 987.

Programme des essais. — Avant d'indiquer le programme d'essais élaboré par la Commission, on rappellera le passage de la délibération du Conseil général des Mines qui a servi de base à l'étude actuelle :

« Dans la séance du 3 novembre 1899, M. le PRÉSIDENT appelle
» l'attention du Conseil sur la question de savoir s'il convient bien,
» dans l'emploi des explosifs de sûreté, de maintenir l'exclusion du
» bourrage au sable et l'obligation de n'employer que des matières
» plastiques; il se demande si cette obligation est bien respectée et si
» le sable ne présente pas assez d'avantages, comme s'opposant mieux
» à ce que les coups fassent canon, pour être employé au moins dans
» les coups tirés à l'électricité, où l'on ne court pas de risques d'en-
» flammer la mèche par les étincelles ou par l'élévation de tempéra-
» ture résultant du choc du bourroir sur le sable ou de la compres-
» sion de celui-ci.

» M. WORMS DE ROMILLY est d'avis que le bourrage au sable ne
» devrait pas être interdit, le sable réalisant un bourrage beaucoup
» meilleur que les matières plastiques et s'opposant beaucoup plus
» efficacement à ce que les coups débourent en faisant canon, ce qui
» a une très grande importance dans les mines à grisou ou à pous-
» sières inflammables.

» M. AGUILLON fait connaître que la Commission du Grisou s'est
» depuis longtemps occupée de cette question, sans avoir pu
» encore aboutir à des résultats bien décisifs. A la suite d'expériences
» faites par M. Ramu, exploitant des carrières de trapp de Raon-
» l'Étape, et tendant à établir tant l'immunité que les avantages du
» bourrage au sable, M. Sarrau a procédé, au Laboratoire des
» Poudres et Salpêtres, à des expériences, desquelles il semble résul-
» ter que le bourrage à l'argile s'opposerait un peu plus efficacement
» que le bourrage au sable à l'inflammation par frottement d'une
» charge de dynamite intercalée dans le bourrage. M. Aguillon estime
» qu'il serait nécessaire, pour élucider définitivement la question,
» de se placer, pour ces expériences, dans des conditions aussi
» rapprochées que possible de la pratique de l'exploitation; il fau-
» drait se rendre compte des risques qu'il peut y avoir à ce qu'il reste
» le long des parois du trou, après enfoncement de la cartouche,
» des fragments d'explosif ou des traînées de nitroglycérine et à ce
» que le bourrage en détermine ensuite l'inflammation; il y aurait
» intérêt également à s'assurer de la supériorité qu'offrirait le sable,

» par rapport aux matières plastiques, pour empêcher les coups de
» faire canon.

» M. Aguillon fait observer, d'ailleurs, que la question du bour-
» rage est une question générale, qui n'intéresse pas seulement les
» mines grisouteuses ou poussiéreuses, et qu'il convient de la dis-
» joindre et d'en faire une étude à part. »

D'après cet exposé, la Commission avait à comparer la valeur des divers bourrages au point de vue de l'utilisation des explosifs et au point de vue des dangers à redouter. Ces dangers sont de deux sortes : ils peuvent provenir soit de l'inflammation par friction de traînées d'explosif restées le long des parois du trou de mine, soit de l'inflammation de mélanges grisouteux à la suite d'un débouillage.

Les essais de la Commission ont été divisés en trois parties :

I. Comparaison des divers bourrages au point de vue de l'utilisation des explosifs;

II. Comparaison des bourrages au point de vue des dangers de débouillage;

III. Comparaison des bourrages au point de vue des dangers d'inflammation par friction.

On résumera successivement ces différents essais.

I. — Comparaison des bourrages au point de vue de l'utilisation des explosifs.

Pour effectuer cette comparaison, on s'est servi de blocs Abel, en employant différents bourrages et mesurant les augmentations de volume obtenues dans les mêmes conditions de chargement.

Ce procédé présente l'avantage de rendre les essais faciles, précis et comparables entre eux, le plomb fondu possédant toujours les mêmes propriétés. En revanche, le procédé a l'inconvénient de s'éloigner sensiblement des conditions d'emploi pratique des explosifs : d'abord les charges sont nécessairement très faibles et, de plus, les frottements d'un bourrage le long des parois métalliques peuvent différer beaucoup de ceux qui se produiraient dans un trou de mine ordinaire.

Toutefois, la Commission a pensé que la méthode précédente pouvait fournir d'utiles renseignements, à défaut d'essais d'exploitation courante, qu'il lui était impossible de réaliser.

Détail des essais. — Les blocs de plomb employés avaient les dimensions ordinaires des blocs Abel, c'est-à-dire 28 centimètres de hauteur et 25 centimètres de diamètre. Le canal central avait 28 millimètres de diamètre et une profondeur qui a varié de 14 centimètres à 18 centimètres, suivant les essais.



FIG. 1.

Dans le but d'augmenter la hauteur du bourrage, on a, dans quelques expériences, muni les blocs d'un tube en fer vissé dans le plomb, ainsi que l'indique le croquis ci-contre (fig. 1). Ce tube avait un diamètre intérieur de 30 millimètres, et sa hauteur était de 0^m70.

Pour chaque essai, la charge d'explosif, soigneusement pesée, formait une petite cartouche dans laquelle pénétrait le détonateur au fulminate, et qu'on enfonçait au fond du trou avec un bourroir en bronze. La compression était réglée de manière à assurer toujours une même densité de chargement avec un même explosif. Le bourrage était ensuite introduit et tassé avec le bourroir, de la façon habituelle.

La mise de feu était obtenue au moyen d'une mèche Bickford.

Après la détonation, les volumes des globes étaient jaugés à l'eau, puis les blocs étaient sciés suivant leur axe, de manière à rendre visibles les soufflures qui auraient pu, dans les blocs mal fondus, fausser les résultats des essais.

Les matières étudiées comme bourrages ont été les suivantes :

- 1° Le sable quartzeux sec, finement pulvérisé ;
- 2° L'argile sèche ;
- 3° L'eau ;
- 4° Le sable ordinaire de plaine, à l'état humide ;
- 5° L'argile délayée dans l'eau et formant une matière plastique ayant à peu près la consistance du mastic de vitrier.

Les explosifs dont on s'est servi pour les essais sont : la dynamite grisoutine à 12 % de nitroglycérine ; la grisounite-couche Favier, à 4.5 % de trinitronaphtaline ; la grisounite-roche Favier, à 8.5 % de binitronaphtaline, et enfin la dynamite-gomme de Cugny, à 92 % de nitroglycérine.

Résultats des essais. — Ces résultats sont indiqués dans le tableau suivant :

NATURE DU BOURRAGE	HAUTEUR DU BOURRAGE	NATURE DE L'EXPLOSIF	POIDS de l'explosif	POIDS DE L'AMORCE au fulminate	AUGMENTATION totale de volume	OBSERVATIONS
--------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------

1^{re} Série d'essais.

Sable sec	13	Grisounite couche Favier	5	1	71	Débourrage. Id. Id. Id.
Id.	13		5	1	67	
Argile sèche	13		5	1	69	
Id.	13		5	1	73	

2^{me} série.

Sable sec	13	Dynamite 120/0	5	1	82	Débourrage } Essais faits Id. } en Id. } juillet Id. } Essais faits Id. } en Id. } septembre
Argile sèche	13		5	1	88	
Eau	13		5	1	87	
Sable fin et sec	13		5	1	71	
Argile sèche	13		5	1	68	
Eau	13		5	1	73	

3^{me} série.

Sable ordinaire humide	14	Dynamite 120/0	10	1,5	170	Débourrage. Id. Id. Id. Id. Id. Id. Id.
Argile plastique	14	Id.	10	1,5	211	
Sable ordinaire	14	Grisounite-couche	10	1,5	167	
Argile plastique	14	Id.	10	1,5	206	
Sable ordinaire	14,5	Grisounite-roche	10	1,5	256	
Argile plastique	14,5	Id.	10	1,5	295	
Sable ordinaire	15	Dynamite-gomme	10	1,5	401	
Argile plastique	15	Id.	10	1,5	450	

4^{me} série.

Argile plastique	14	Dynamite 120/0	10	1,5	224	Débourrage. Id. Id. Id. Id. Id. Id. Id. Id. Id. Id.
Argile plastique	1/2 } 14	Id.	10	1,5	219	
Sable ordinaire	1/2 } 14	Grisounite-couche	10	1,5	216	
Argile plastique	1/2 } 14	Id.	10	1,5	207	
Sable ordinaire	1/2 } 14	Grisounite-roche	10	1,5	303	
Argile plastique	1/2 } 14	Id.	10	1,5	297	
Sable ordinaire	1/2 } 14,5	Dynamite-gomme	10	1,5	457	
Argile plastique	1/2 } 14,5	Id.	10	1,5	426	
Sable ordinaire	1/2 } 14,5		10	1,5		

NATURE DU BOURRAGE	HAUTEUR DU BOURRAGE	NATURE DE L'EXPLOSIIF	POIDS de l'explosif	POIDS DE L'AMORCE au fulminate	AUGMENTATION totale de volume	OBSERVATIONS
--------------------------	---------------------------	-----------------------------	------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------

5^{me} série.

Sable ordinaire	} Bloc avec tube en fer 48 cm.	Dynamite 12 0/0	gr. 10	gr. 1,5	cm ³ 167	Débouillage.
Argile plastique		Id.	10	1,5	179	Id.
Sable ordinaire	} Id.	Grisounite couche Favier	10	1,5	193	Id.
Argile plastique		Id.	Id.	10	1,5	216
Sable ordinaire	} Id.	Grisounite roche Favier	10	1,5	239	} Tube en fer projeté en l'air, à grande hauteur; filets arrachés dans le plomb.
Argile plastique		Id.	Id.	10	1,5	

6^{me} série.

Sable sec	} Bloc avec tube en fer 80 cm.	Dynamite 12 0/0	gr. 10	gr. 1,5	cm ³ { 141 133,5 126	Débouillage. Tube en fer fendu.
Argile sèche		Id.	Id.	10	1,5	{ 138 141,5 145
Sable ordinaire	} Id.	Id.	10	1,5	{ 146 150 144	Débouillage. Une partie du sable est restée au fond du tube, formant un tampon percé suivant la mèche d'un canal par où se sont échappés les gaz
Argile plastique		Id.	Id.	10	1,5	{ 171 170 169

On voit par ces chiffres que, dans les conditions expérimentales où l'on s'est placé, le meilleur bourrage, est constitué par l'argile plastique, quels que soient l'explosif employé et la hauteur du bourrage admise. Les bourrages au sable, à l'argile sèche et à l'eau se sont montrés nettement inférieurs au bourrage à l'argile humide.

Dans tous les essais précédents, le tron de mine était percé dans un bloc métallique. Les parois étaient par suite très lisses et les frotte-

ments se trouvaient réduits au minimum. La Commission a jugé nécessaire de procéder à quelques essais complémentaires, dans des conditions diamétralement opposées, en faisant détoner les explosifs dans des trous de mine à parois aussi rugueuses que possible, à l'aide du dispositif suivant.

Un bloc d'Abel était complètement encastré dans une maçonnerie

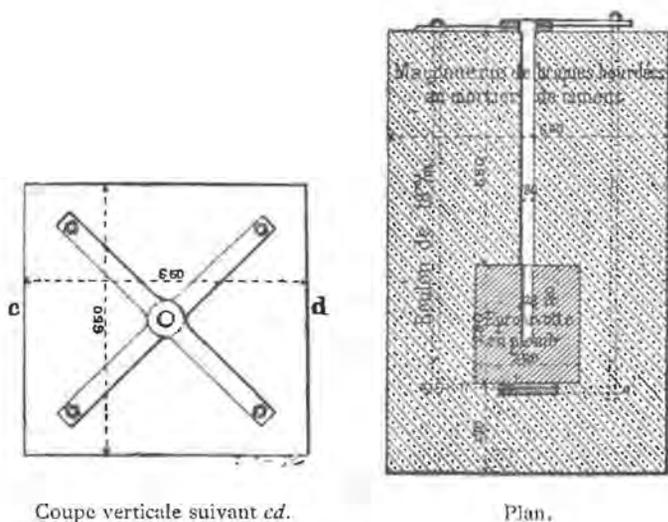


FIG. 2.

de briques munie d'un canal prolongeant le trou du bloc de plomb. Des ferrures, représentées dans le croquis ci-contre (fig. 2), augmentaient la liaison entre le plomb et la maçonnerie, de manière à constituer un bloc très résistant, de forme parallélépipédique de 0^m65 de côté et 0^m90 de hauteur. Les briques qui forment les parois du canal central avaient été grossièrement taillées et présentaient de nombreuses rugosités.

Une expérience préliminaire ayant montré qu'on pourrait faire détoner une cartouche de 50 grammes de grisounite-roche au centre d'un pareil bloc sans briser le plomb, on opéra sur ce poids d'explosif,

qui se rapproche un peu des charges pratiques. Le bourrage, de 60 centimètres environ de hauteur, ne pénétrait que 6 centimètres dans le plomb et se trouvait presque tout entier dans la maçonnerie de briques. Quant à l'explosif, il détonait au milieu du plomb, et le globe obtenu pouvait, par suite, se mesurer facilement avec beaucoup d'exactitude.

On a obtenu les résultats suivants :

NATURE DU BOURRAGE	DATES des ESSAIS	HAUTEUR DU BOURRAGE	NATURE de L'EXPLOSIF	POIDS DE L'EXPLOSIF	POIDS DE L'AMORCE AU FULMINATE	AUGMENTATION DE VOLUME	OBSERVATIONS
Sable ordinaire	14 décembre 1900 (temps chaud)	cm. 61	Grisounite roche Favier	gr. 50	gr. 1,5	cm3 1,549	La maçonnerie est entièrement détruite.
Argile plastique	Id.	61	Id.	50	1,5	1,440	Id.
Sable ordinaire	5 janvier 1901 (temps très froid)	58	Id.	50	1,5	1,325	Partie supérieure de la maçonnerie sépa- rée en 4 morceaux.
Argile plastique	Id.	58	Id.	50	1,5	1,268	Id.

Dans ces nouvelles conditions d'expériences, qui se rapprochent davantage des conditions pratiques, le bourrage au sable s'est montré supérieur au bourrage à l'argile plastique.

En résumé, il résulte des essais de la Commission que les matières constituant les meilleurs bourrages sont variables avec les conditions d'emploi. Il est donc difficile d'attribuer une supériorité marquée à l'un quelconque des types de bourrage étudiés.

Toutefois, il semble que, dans la pratique, le sable ordinaire est préférable à l'argile, contrairement aux conclusions qu'on aurait pu tirer des essais dans les blocs Abel.

II. — Comparaison des bourrages au point de vue des dangers de débouillage.

Les essais résumés dans le chapitre précédent montrent que l'on a toujours eu débouillage dans les blocs Abel, même avec des charges faibles (10 grammes d'explosif) et des hauteurs de bourrage considérables, allant jusqu'à 80 centimètres. Les blocs de plomb, dans lesquels aucune fuite de gaz ne peut se produire, se prêtent donc mal à la comparaison des différentes matières au point de vue du débouillage.

La Commission a cependant essayé de faire des expériences dans le plomb en pratiquant dans les blocs un canal, de faible diamètre, qui aurait remplacé les fissures des terrains naturels en permettant l'échappement d'une partie des gaz. On a dû renoncer à ce procédé, les premiers essais ayant montré que, dans la déformation du plomb lors de l'explosion, le canal de fuite était parfois obstrué et que les résultats obtenus n'étaient pas comparables entre eux.

Pour l'étude du débouillage, on eut recours à des blocs en béton de ciment, de forme parallélépipédique, pour lesquels on adopta, après quelques tâtonnements, les dimensions suivantes : 0^m30 de côté, 0^m60 de hauteur et un trou central de 30 millimètres de diamètre et 0^m45 de hauteur. Ces dimensions ont permis de faire les essais sur des cartouches de 50 grammes d'explosif, sans avoir à redouter de projections dangereuses.

Tous les blocs ont été préparés avec du ciment de même marque et des cailloux de même grosseur, et les essais comparatifs ont toujours été faits dans des blocs fabriqués le même jour et, par suite, aussi identiques que possible.

Pour les essais, les blocs étaient enterrés dans le terrain naturel, de nature argileuse, qu'on pilonnait fortement. La face supérieure des blocs affleurait le niveau du sol. A 0^m30 au dessus des blocs était disposé horizontalement un vaste panneau en bois destiné à arrêter les projections. Quand les coups débouillaient en faisant canon, le bourrage était projeté violemment contre ce panneau, sur lequel il laissait une empreinte très nette.

Les expériences ont été faites sur le sable ordinaire et l'argile plastique. Pendant le bourrage, le sable était comprimé continuellement avec un bourroir en bois; l'argile était roulée en boudins de

faible longueur qu'on pilonnait modérément après les avoir introduits dans le trou de mine. On a obtenu les résultats suivants :

NATURE DU BOURRAGE	HAUTEUR DU BOURRAGE	NATURE DE L'EXPLOSIF	POIDS DE L'EXPLOSIF	POIDS DE L'AMORCE DE FULMINATE	RÉSULTATS OBTENUS ET OBSERVATIONS
--------------------------	------------------------	----------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---

1^{re} série d'essais.

	cm.		gr.	gr.		
Sable ordinaire	1 ^{er} essai 30	Dynamite	50	1,5	Pas de débouillage.	Bloc brisé.
	2 ^e 30	grisounite	50	1,5	Id.	id.
	3 ^e 27	id.	50	1,5	Id.	id.
	4 ^e 25	id.	50	1,5	Id.	id.
	5 ^e 22	id.	50	1,5	Débouillage complet	id.
Argile plastique	1 ^{er} essai 30	id.	50	1,5	Id.	id.
	2 ^e 30	id.	50	1,5	Id.	id.
	3 ^e 32	id.	50	1,5	Débouillage partiel, la partie supérieure du bourrage est projetée, mais il reste un tampon d'argile dans les morceaux du bloc.	Bloc brisé.
	4 ^e 35	id.	50	1,5		

2^{me} série

	cm.		gr.	gr.		
Sable ordinaire	1 ^{er} essai 25	Grisounite	50	1,5	Pas de débouillage.	Bloc brisé.
	2 ^e 22	couche Favier	50	1,5	Id.	id.
	3 ^e 20	Id.	50	1,5	Débouillage.	id.
Argile plastique	1 ^{er} essai 30	Id.	50	1,5	Id.	id.
	2 ^e 33	Id.	50	1,5	Pas de débouillage.	id.

3^{me} série.

	cm.		gr.	gr.		
Sable ordinaire	1 ^{er} essai 25	Grisounite	50	1,5	Pas de débouillage.	Bloc brisé.
	2 ^e 25	roche Favier	50	1,5	Id.	id.
	3 ^e 22	Id.	50	1,5	Id.	id.
	4 ^e 20	Id.	50	1,5	Débouillage.	id.
Argile plastique	1 ^{er} 20	Id.	50	1,5	Débouillage partiel; la plus grande partie du bourrage est projetée. Bloc brisé.	id.
	2 ^e 32	Id.	50	1,5		
	3 ^e 35	Id.	50	1,5	Pas de débouillage.	Bloc brisé.

Quelques essais faits sur le sable fin et l'argile sèche ont donné des résultats irréguliers. La hauteur minimum du bourrage nécessaire pour éviter le débouillage a été trouvée voisine de 30 centimètres. On n'a pas réussi à différencier les deux bourrages.

En résumé, le sable ordinaire paraît s'opposer beaucoup mieux que les autres bourrages au débouillage des coups de mine.

III. — Comparaison des bourrages au point de vue des dangers d'inflammation par friction.

Les dangers qu'on paraît redouter, dans les coups de mine, sont des dangers d'inflammation par friction de fragments d'explosif ou de traînées de nitroglycérine restés le long des parois du trou, après enfouissement de la cartouche.

Il y a lieu de remarquer tout d'abord que ces risques ne peuvent guère exister qu'avec des explosifs doués d'une grande sensibilité, comme les dynamites et les poudres noires. Les explosifs Favier présentent, à ce point de vue, une sécurité presque complète.

Aussi la Commission a-t-elle limité les essais de friction à la dynamite ordinaire (75 % de nitroglycérine) et à la poudre noire (mine fin grain).

On a cherché à se rapprocher le plus possible des conditions de la pratique en réalisant un mouvement rapide de va-et-vient d'un piston dans un corps de pompe. Le piston était destiné à faire office de bourroir, le corps de pompe remplaçant le trou de mine.

Le croquis ci-contre (fig. 3) montre l'installation faite à Sevrans, dans les terrains de la Commission, et qui a servi aux expériences. Un solide bâtis en fonte supportait un arbre coudé qui recevait un mouvement de rotation et actionnait un piston mobile dans un corps de pompe horizontal fixé, par des étriers en fer, sur le bâtis. Ce corps de pompe, ouvert aux deux extrémités, était en béton de ciment et cailloux siliceux. Il portait intérieurement un pas de vis, tracé en creux, destiné à retenir les petites quantités d'explosif pendant le mouvement du piston.

Le piston avait 40 millimètres de diamètre et 120 millimètres de course. L'arbre coudé qui le commandait tournait à une vitesse soit

de 125 tours, soit de 375 tours, par minute. Dans le premier cas, la vitesse linéaire du piston était de 0^m50 par seconde et, dans le second cas de 1^m50.

On a soumis aux essais de friction des mélanges par parties égales d'explosif et de bourrage (sable ou argile)

Le sable employé était du sable siliceux finement pulvérisé et sec; l'argile était également sèche. La substitution des matières desséchées aux matières humides constituant les bourrages plastiques avait pour but d'augmenter les dangers d'inflammation.

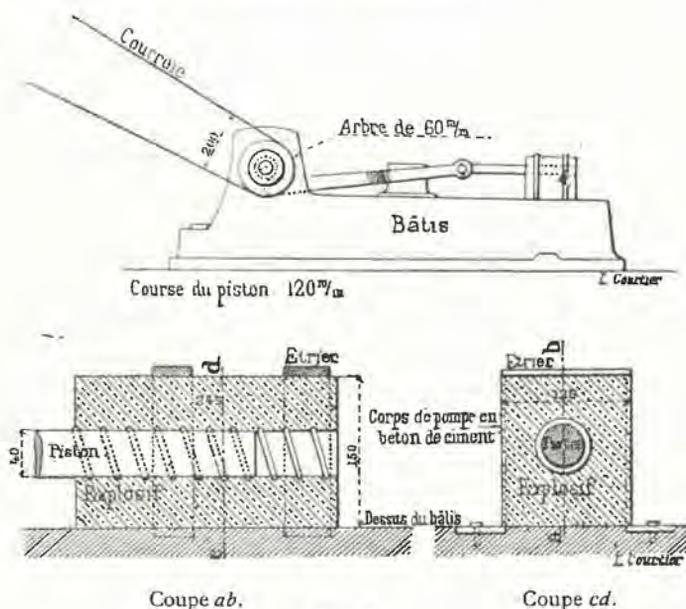


FIG. 3.

Les essais ont été faits en augmentant graduellement l'intensité des frictions; ils peuvent être divisés en quatre séries.

Première série d'essais. — Le piston était en bois et exactement ajusté dans le cylindre pour réduire le jeu au minimum. La vitesse était de 125 tours par minute.

On a fait marcher l'appareil du 18 au 28 juillet 1900, pendant huit heures environ par jour, en plaçant successivement dans les cannelures du corps de pompe des mélanges par moitié de sable ou d'argile

et dynamite à 75 %, puis de sable ou d'argile et de poudre de mine fin grain. L'appareil était arrêté toutes les heures pour permettre l'addition de petites quantités d'explosifs dans le cylindre.

On n'a obtenu d'inflammation dans aucun cas.

Deuxième série d'essais. — Le dispositif était le même que précédemment, mais le piston en bois avait été remplacé par un piston en fer très bien ajusté dans le cylindre.

Après onze jours de marche (août et septembre), on a arrêté les expériences sans avoir obtenu d'inflammation.

Troisième série d'essai. — Pour augmenter les frottements, on avait remplacé le piston cylindrique par un piston en fer légèrement conique.

Le corps de pompe avait la même conicité que le piston. Pour le réglage, on enfonçait à coups de marteau le piston dans le corps de pompe, et on faisait le clavetage du piston sur son axe; la manivelle de commande était alors assujettie dans sa position au moyen d'étriers en fer.

On a répété pendant quatre jours les essais précédents en arrêtant la marche de demi-heure en demi-heure, pour ajouter de petites quantités d'explosif dans le cylindre. À l'arrêt définitif, le cylindre en béton était complètement rodé sur une longueur de plusieurs centimètres.

Les essais ont encore été négatifs.

Quatrième série d'essais. — On a recommencé les essais avec le dispositif précédent, en faisant un nouveau réglage pour assurer le serrage et portant la vitesse à 375 tours par minute.

À cette vitesse, les trépidations ont été très accentuées; le bâtis oscillait constamment, produisant des chocs entre le cylindre et le piston.

L'appareil a marché pendant une journée entière avec arrêts de quart d'heure en quart d'heure, pour permettre l'addition de nouvelles quantités d'explosifs.

À la fin de la journée, on a constaté une nouvelle usure du cylindre et un échauffement très marqué du piston en fer. L'expérience, qui n'a porté que sur les mélanges contenant du sable, n'a donné lieu à aucune inflammation.

En résumé, tous les essais de friction, bien que portant sur des explosifs sensibles, ont donné des résultats négatifs. On ne peut évi-

demment pas en conclure que les dangers d'inflammation par friction dans un trou de mine sont illusoires, mais la probabilité de ces accidents est vraisemblablement très faible, d'autant plus que la présence de fragments d'explosifs le long des parois d'un trou de mine doit être assez rare quand les explosifs sont bien encartouchés.

CONCLUSIONS.

Les essais de la Commission, sans avoir élucidé complètement toutes les questions posées, ont du moins montré :

1° Que, dans la pratique, le bourrage au sable paraît donner de meilleurs résultats que le bourrage à l'argile ;

2° Que le sable s'oppose plus efficacement que les matières plastiques au débouillage des coups de mine, ce qui a une grande importance dans les mines à grisou et à poussières inflammables ;

3° Que les risques d'inflammation par friction dans le bourrage des coups de mine semblent très faibles, quelle soit la nature du bourrage employé.

En présence de ces résultats, la Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de maintenir l'exclusion du bourrage au sable dans l'emploi des explosifs de sûreté.

Paris, le 10 janvier 1901.

Le Rapporteur,

L. LHEURE.

Adopté par la Commission des Substances explosives, dans sa séance du 10 janvier 1901.

Le Secrétaire,

LIUVILLE.

Le Président,

BERTHELOT.

