

NOTES DIVERSES

L'APPLICATION DES MARTEAUX PNEUMATIQUES

AUX TRAVAUX A LA PIERRE

DANS LA PROVINCE DE LIÈGE

NOTE DE

M. JEAN LEBACQZ

Ingénieur principal des Mines, à Liège (1)

CHAPITRE 1^{er}.

Généralités.

Depuis longtemps déjà, le creusement des galeries se fait, dans notre bassin, en grande partie à l'aide de procédés mécaniques.

M. le professeur Denoël, dans une précédente étude, fait très bien ressortir l'importance de ces travaux, au point de vue du prix de revient, quand il écrit : « L'ouverture et l'entretien des galeries » sont, sans conteste, les deux postes les plus onéreux dans le plus grand nombre de nos mines. Ils interviennent pour 15 à 20 % dans les dépenses totales et pour 25 à 40 % dans les frais de main-d'œuvre d'exploitation, soit autant et plus que le travail à la veine. »

Il est donc facile de comprendre que nos exploitants aient cherché à diminuer le plus possible les frais que nécessitent ces opérations. Le remplacement des perforatrices sur affûts par les marteaux perforateurs à main a été, à ce point de vue, un progrès sensible. Les résultats d'un grand nombre d'essais exécutés à l'aide de ces

(1) Cette note fait suite à l'article paru dans la 2^e livraison du tome XX des *Annales des Mines de Belgique* : L'emploi des marteaux piqueurs à l'abatage de la houille dans la province de Liège.

appareils ont déjà été publiés pas les *Annales des Mines de Belgique* et les avantages à retirer de leur emploi ont été mis en évidence par M. Denoël dans son étude précitée. Il s'agissait, à cette époque, surtout du creusement de galeries à travers-bancs ; depuis lors, l'emploi des marteaux perforateurs s'est beaucoup répandue aux travaux de bosseyement. En outre, depuis quelque temps, on commence à utiliser, pour certains bosseyements, notamment lorsque le tir des mines est interdit, des marteaux piqueurs semblables à ceux employés pour l'abatage du charbon ; les ouvriers attaquent directement les roches à l'aide de ces appareils lorsque les terrains ne sont pas trop durs.

Dans d'autres cas, on fait usage de marteaux piqueurs pour terminer la mise à section de galeries dont la partie principale a été creusée à l'aide d'explosifs.

Le tableau I ci-après indique, pour le 42 mines qui étaient en activité dans la province de Liège en 1916, le nombre de marteaux pneumatiques de chaque espèce utilisés pour les travaux à la pierre :

TABLEAU I. — Utilisation des marteaux piqueurs et perforateurs à la pierre en 1916.

DÉSIGNATION DES CHARBONNAGES	Nombre de marteaux bosseyeurs et de marteaux perforateurs						
	Le Liégeois	François	Thomas	Le Belge	Ingersoll	Divers	TOTAUX
Abhoos et Bonne-Foi-Hareng . . .	»	13	»	»	21	14	48
Ans	»	6	»	»	»	21	27
Arbre Saint-Michel	»	8	»	»	»	»	8
Basse-Ransy	»	»	»	»	»	6	6
Batterie	»	55	»	»	»	»	55
Belle-View et Bien-Venue	»	»	»	»	»	»	»
Bicquet-Gorée	»	»	»	»	»	»	»
Bois-de-Gives et Saint-Paul	»	2	»	»	»	»	»
Bonne-Fin-Bâneux	»	23	»	»	»	5	7
Bonnier	3	10	»	»	»	6	29
Cheratte	»	»	»	»	»	12	25
						14	14

DÉSIGNATION DES CHARBONNAEGS	Nombre de marteaux bosseyeurs et de marteaux perforateurs						
	Le Liégeois	François	Thomas	Le Belge	Ingersoll	Divers	TOTAUX
Cockerill	»	2	»	»	»	17	19
Concorde	»	»	»	»	»	»	»
Cowette-Ruffin	»	2	»	»	»	1	3
Crahay	»	3	»	»	»	»	3
Espérance (à Wanze)	»	»	»	»	»	»	»
Espérance et Bonne-Fortune	1	78	»	»	»	47	126
Espérance et Violette	»	82	»	»	16	2	100
Gosson-Lagasse	»	»	»	»	»	60	60
Grande Bacnure	»	»	»	»	»	»	»
Halbosart-Kivelterrie	»	2	»	»	»	»	2
Hasard-Fléron	»	»	»	»	»	44	44
Herve-Wergifosse	»	»	»	»	1	»	1
Horloz	8	»	»	»	»	»	8
Kessales-Artistes	»	»	»	30	»	30	60
La Haye	6	14	»	1	»	70	91
Lonette	»	»	»	»	»	»	»
Marihaye	»	»	»	»	»	24	24
Micheroux	»	5	»	»	9	1	15
Minerie	»	»	»	»	»	15	15
Nouvelle-Montagne	»	»	»	»	»	14	14
Ougrée	»	»	»	»	9	1	10
Patience et Beaujonc	»	»	19	»	»	»	19
Petite Bacnure	»	»	»	»	»	4	4
Quatre Jean	»	»	»	»	»	15	15
Sart d'Avette et Bois des Moines	»	2	»	»	»	5	7
Sclessin-Val-Benoît	12	35	»	»	»	23	70
Six-Bonniers	»	4	»	»	»	12	16
Steppes	»	»	»	»	»	»	»
Trou-Souris, Houleux, Homvent	»	»	»	»	»	»	»
Wandre	»	10	»	»	»	»	10
Wérisster	»	12	»	»	»	9	21
TOTAUX	30	368	19	31	56	472	976

Il résulte de ce tableau qu'en 1916, il y avait encore 8 mines de la province qui n'utilisaient pas ces appareils ; l'une d'elles est actuellement abandonnée ; une autre est très peu importante ; une troisième a introduit l'usage des appareils pneumatiques depuis lors, de sorte qu'il ne reste plus que 4 mines d'une certaine importance dans lesquelles on ne fait pas usage d'appareils pneumatiques ; la raison en est que ces mines n'ont pas d'installations d'air comprimé ; mais elles ne pourront plus tarder longtemps à suivre l'exemple des autres.

La proportion dans laquelle les marteaux des divers types sont actuellement répandus ressort du tableau ci-après :

NOMS DES MARTEAUX	Nombre de marteaux employés	Proportion sur l'ensemble
Le Liégeois	30	3 %
François	368	38 %
Thomas	19	2 %
Le Belge	31	3 %
Ingersoll	56	6 %
Divers.	472	48 %
TOTAUX	976	100 %

On voit que certains types de marteaux sont très en faveur, mais cette faveur peut tenir à une question de vogue ou à des conditions commerciales plutôt qu'à la supériorité des appareils. Certains marteaux ne sont d'ailleurs introduits dans la pratique que depuis très peu de temps.

Les caractéristiques des principaux appareils sont indiquées dans le relevé ci-dessous, d'après les renseignements fournis par les constructeurs :

	Course du piston frappeur	Diamètre du piston frappeur	Longueur totale de l'appareil	Poids total de l'appareil sans le pic	Pression donnant le maximum d'effet	Nombre de coups par minute	Consommation d'air comprimé par minute	
Marteaux perforateurs :	m/m	m/m	m/m	Kgs	Atm.		Litres	
Le Liégeois, type P1	55	48	515	14,000	5	1,125	190	
Français	Bolide autodistribut. 45 m/m.	32½	45	380	7,800	5½	2,300	150
	Id. 57 m/m.	35	57	425	14,000	5½	2,100	210
	Id. 65 m/m.	41	65	445	15,320	5½	1,800	255
Thomas	45	60	450	12,000	4	1,500	165	
Le Belge	65	55	540	16,500	5	1,500	140	
Ingersoll. BBR 13	62	60	495	14,000	4	1,910	230	
Marteaux bosseyeurs :								
François, type 1915.	107	38	430	11,000	5½	1,000	150	
Le Liégeois RB 5	220	30	590	12,000	5	670	160	

Pour établir une comparaison de certains types de marteaux entre eux, au point de vue de leur effet utile, des essais ont été pratiqués en décembre 1915 à la surface du charbonnage de Bonne-Espérance, Batterie et Violette. On a perforé un bloc de pierre de taille, bien homogène, et on a mesuré les avancements obtenus. Les résultats de ces expériences ont été les suivants :

TYPE DU MARTEAU	Poids vérifié Kgs	Avancement par minute m/m	Consommation d'air par minute à 5 kg/cm ² Litres	OBSERVATIONS
Ingersoll (à peu près neuf)	16	65	200	Les trous ont été forés sur une longueur suffisante (30 à 50 cm.) pour éliminer les erreurs dans la mesure du temps et de l'avancement. La pression a été maintenue à 5 k/cm ² , moyenne de ce qu'on absorbe dans le fond.
Ingersoll (neuf).	9½	44	175	
Bolide (usagé)	15	23	225	
Bolide (neuf)	15	36	205	

Un essai analogue, effectué en mars 1916 sur un marteau « Le Belge » neuf, pesant 17*700, a donné un avancement de 55 millimètres par minute.

D'autres essais ont été pratiqués au même charbonnage, à l'intérieur de la mine, dans un banc de psammite, d'abord avec un fleuret rubanné de 20 millimètres de diamètre au corps, ensuite avec un fleuret creux de 22 millimètres. Ils ont donné les résultats ci-après :

TYPE DE MARTEAU	Poids vérifié Kgs	Avancement moyen par minute		OBSERVATIONS
		avec fleuret rubanné m/m	avec fleuret creux m/m	
Ingersoll	16,200	59	50	
Ingersoll	9,750	52	45	
Bolide	13,300	57	55	

Enfin, le marteau « Le Belge » et le marteau « Bolide » ont été essayés dans un banc de schiste ; le premier a donné un avancement de 154 millimètres par minute, le second un avancement de 141 millimètres.

CHAPITRE II.

Description des principaux appareils.

Certains appareils n'ayant pas encore été décrits, à notre connaissance, et d'autres étant tout à fait nouveaux, nous croyons utile de donner une description succincte du fonctionnement des principaux marteaux employés. Cette description fait l'objet de ce chapitre.

1° MARTEAUX PERFORATEURS.

A) *Marteau « Le Liégeois » (type P₁) construit par la Société anonyme des Ateliers Rocour, à Ans, dont le directeur est M. Eloy.*

Dans cet appareil, représenté en coupe sur la figure 1, le principe de la distribution est identique à celui de la distribution du marteau piqueur pour l'abatage construit par la même firme et décrit dans notre étude sur ces appareils.

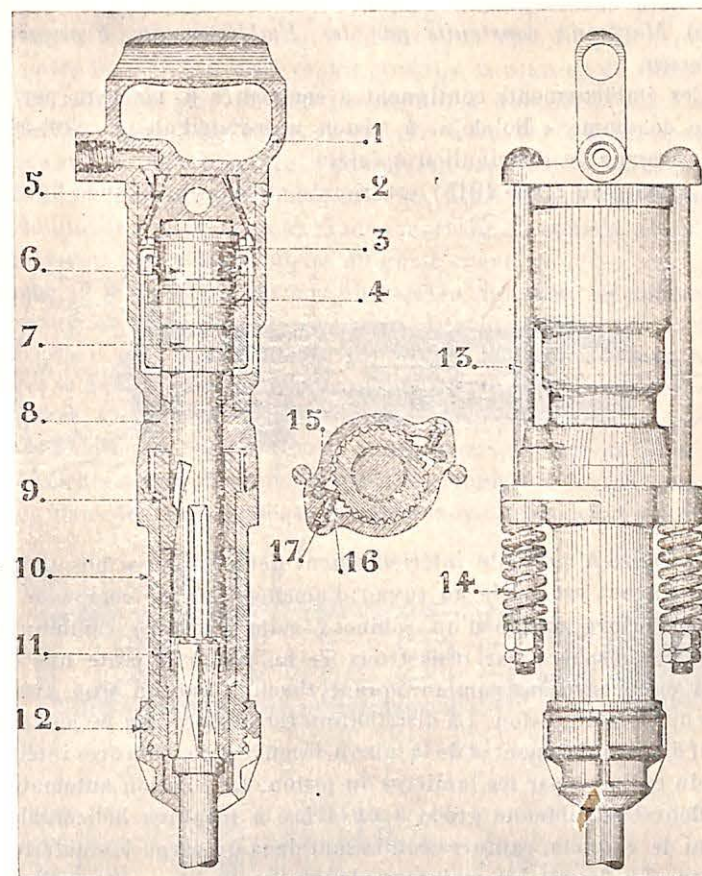


FIG. 1. — Marteau Le Liégeois, type P₁.

Quant à la rotation, elle se fait de la façon suivante : Le piston est muni de 4 rainures, dont 2 rectilignes et 2 hélicoïdales ; les 2 premières sont engagées dans des dents rectilignes du porte-fleuret 11 ; les secondes s'engagent dans des dents hélicoïdales que porte la roue à rochets 9. Lorsque le piston fait sa course arrière,

la roue à rochets est maintenue immobile par ses cliquets ; le piston doit donc tourner et, avec lui, le porte-fleuret et le fleuret. Quand le piston fait sa course avant (course utile), la roue à rochets peut tourner librement et le fleuret, solidaire avec le porte-fleuret, ne tourne pas.

b) *Marteaux construits par les Etablissements François, à Sclessin.*

Ces établissements continuent à construire le marteau perforateur dénommé « Bolide », à piston autodistributeur, c'est-à-dire sans organe de distribution spéciale.

Le marteau (type 1915) est représenté en coupe sur la figure 2.

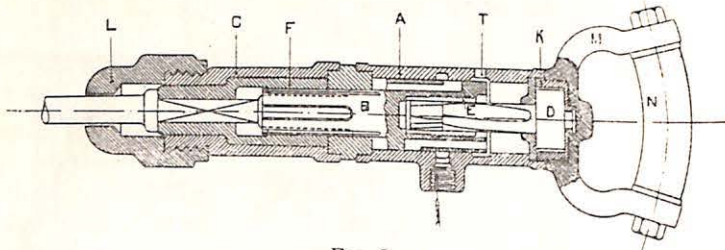


FIG. 2.

Le cylindre A présente intérieurement deux rainures circulaires : celle d'avant est reliée au tuyau d'aménée de l'air comprimé par une tubulure munie d'un robinet ; celle d'arrière communique avec l'atmosphère par trois trous T. Le piston B porte une série de 4 ou 5 encoches communiquant chacune par un trou avec la face opposée du piston. La distribution est réalisée par le jeu alternatif du recouvrement et de la mise à découvert des rainures intérieures du cylindre par les lumières du piston. La rotation automatique du fleuret est obtenue grâce à un arbre à rainures hélicoïdales D muni de cliquets, rainures coulisssant dans un écrou E solidaire du piston. Le fleuret est maintenu dans une douille porte-outil F à emmanchement carré, munie d'un écrou G, avec saillies s'engageant dans les rainures droites fraisées G, avec saillies s'engageant dans les rainures droites fraisées G. Cette douille porte-fleuret tourne librement à l'intérieur d'un guide fixe C relié d'une manière invariable, au moyen de 2 boulons avec ressorts et écrous, au cylindre et à la poignée servant de fond à celui-ci.

Dans la marche arrière du piston, l'arbre à rainures D est maintenu fixe par les cliquets qui agissent sur une roue dentée K vissée

dans le fond de la poignée N. L'écrou à rainures hélicoïdales doit donc tourner, de même que le piston qui en est solidaire ; celui-ci transmet, à son tour, le mouvement de rotation à la douille porte-fleuret par l'intermédiaire de l'écrou à rainures droites ; le fleuret reçoit alors le mouvement rotatif, grâce à l'emmanchement carré.

En vue du curage automatique du trou, la tige du piston présente, outre les 4 rainures servant à produire la rotation du fleuret, 4 autres rainures plus étroites permettant à une partie de l'air de décharge de passer de l'avant du cylindre à travers le fleuret pour se rendre au fond du trou, ce qui a pour effet d'expulser les poussières.

Le décalage des fleurets coincés dans les trous s'opère au moyen de la douille de retenue L dont chaque marteau est pourvu, et qu'il suffit de visser sur la partie filetée du guide avant.

Comme on le voit par l'examen du tableau ci-avant, ce marteau se construit en trois dimensions : avec piston de 45 millimètres de diamètre, s'il sert spécialement au forage des pétards dans les carrières et dans les ardoisiers ; avec un piston de 57 millimètres de diamètre, s'il est employé surtout au forage des trous de mine dans les galeries à travers-bancs ; enfin, avec un piston de 65 millimètres de diamètre, s'il est utilisé pour le creusement des fourneaux de mine dans les bosseyements et les travaux de fonçage des puits.

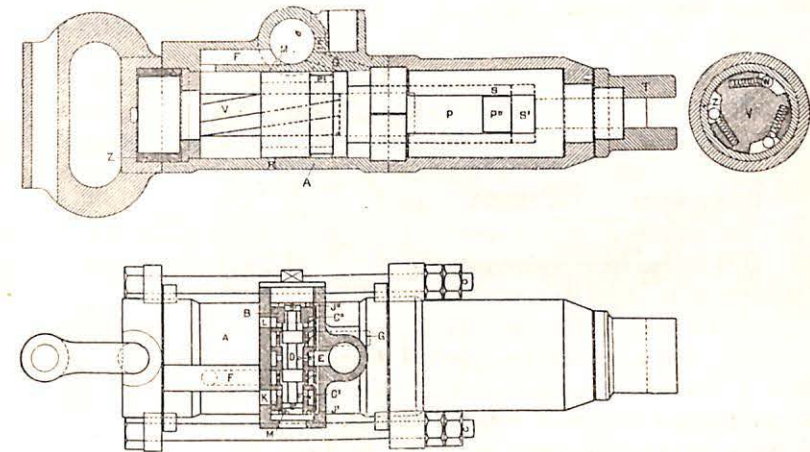


FIG. 3, 4 et 5. — *Marteau perforateur Thomas.*

c) *Marteau perforateur Thomas.*

Les ateliers Louis Thomas, à Ans, construisent un marteau perforateur qui est représenté sur les figures 3, 4 et 5, et dans lequel la distribution se fait de la même manière que dans le marteau-pic de même nom.

Le dispositif produisant la rotation du fleuret est le suivant :

Dans la partie avant du cylindre se trouve une boîte S (fig. 3) munie de 2 rainures S¹ dans lesquelles s'engagent les tenons P¹¹ du piston ; cette boîte S est solidaire du porte-fleuret T. A l'arrière du piston P est logée une pièce en bronze recevant une pièce hélicoïdale V, dont l'extrémité, engagée dans le fond du cylindre, porte 3 rouleaux W (fig. 5) faisant office de cliquets. Pendant le recul du piston, ces rouleaux se bloquent contre la bague Z (fig. 5) ; par ce fait, la pièce hélicoïdale est maintenue immobile et comme elle est emmanchée dans le creux du piston, ce dernier est obligé de tourner ; il entraîne, dans sa rotation, la boîte S et, par conséquent, le porte-fleuret ; tandis que, pendant la course avant du piston (course utile), les rouleaux glissent à l'intérieur de la bague Z ; la pièce hélicoïdale peut tourner librement dans le creux du piston et ce dernier avance donc sans tourner.

d) *Marteau perforateur « Le Belge ».*

La Société anonyme « L'Outillage minier » construit un marteau perforateur dénommé « Le Belge ». Il nous est impossible de donner une description de cet appareil ; le Conseil d'administration de la société susdite estime qu'il ne serait pas opportun d'entrer, en ce moment, dans les détails au sujet de ce marteau.

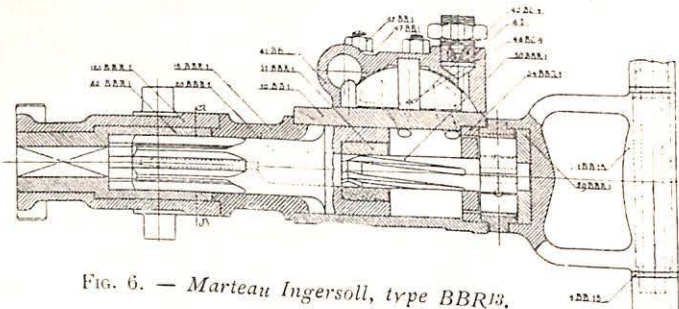


FIG. 6. — Marteau Ingersoll, type BBR13.

e) *Marteau Ingersoll (type BBR 13).*

Dans cet appareil, représenté sur la figure 6, la distribution est réalisée à l'aide d'une valve oscillante à deux ailettes dites « papillon », dont l'axe de rotation, désigné par 40 BC 1, est situé verticalement au-dessus du cylindre lorsqu'on tient le marteau dans la position

horizontale. Cette valve, représentée en plan sur la figure 7, oscille dans une cavité de la boîte de distribution ; les deux parois latérales de cette cavité sont munies chacune de deux lumières, *ad* et *cb*, lesquelles communiquent, à l'aide de canaux, avec des lumières correspondantes du cylindre. La valve obture alternativement soit *a* et *b*, soit *c* et *d*.



FIG. 7. — Vue du plan du « papillon ».

Pour faire comprendre le fonctionnement de l'appareil, il nous a paru préférable de faire le dessin schématique constituant la figure 8, dessin dans lequel la valve et la boîte de distribution sont supposées se trouver à côté du cylindre et dans lequel la cavité contenant la valve a une forme différente de sa forme réelle. Les lumières dont cette cavité est munie sont indiqués en 1, 2, 3, 4 ; les canaux qui y prennent naissance sont figurés par des lignes droites et les lumières correspondantes du cylindre sont marquées 1', 2', 3', 4'.

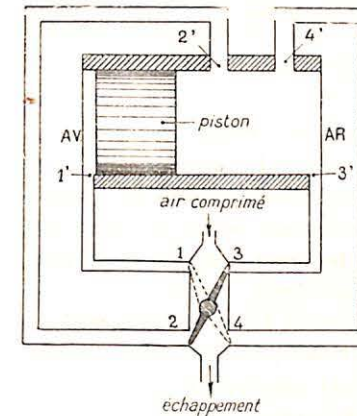


FIG. 8. — Croquis schématique de la distribution Ingersoll.

Lorsque la valve occupe la position représentée en traits pleins sur ce dessin, l'air comprimé est admis sur la face avant du piston par 1 1' ; le piston est chassé vers l'arrière ; l'échappement se fait par 4' 4 jusqu'à ce que la lumière 4' soit obturée par le piston ; à ce moment, il se produit, sur la face arrière du cylindre, une contrepression qui a pour effet d'agir par 3'3 sur la valve ; celle-ci oscille et prend la position indiquée en pointillé. Dès lors, les lumières 1 et 4 sont obturées, l'air comprimé arrive à l'arrière du piston par 3'3, le piston est chassé vers l'avant et l'échappement se fait par 2'2. Dans son mouvement avant, le piston obture d'abord 2', puis dégage 4', ce qui a pour effet d'équilibrer les pressions sur les deux faces ; une contrepression s'établit sur la face avant, la valve est repoussée dans sa position primitive et le cycle recommence.

Quant à la rotation, elle est obtenue à l'aide d'une roue à rochets et à rainures hélicoïdes, d'une manière analogue à celle déjà décrite pour d'autres appareils.

2° MARTEAUX PIQUEURS A LA PIERRE OU MARTEAUX BOSSEYEURS.

Ces appareils ne diffèrent guère des marteaux piqueurs utilisés pour l'abatage du charbon, si ce n'est par certaines de leurs dimensions, comme on le voit par la comparaison des tableaux indiquant les caractéristiques.

Toutefois, les Ateliers Rocour, à Ans, et les Etablissements François, à Sclessin, construisent des marteaux spécialement destinés au travail en roche et dont les caractéristiques sont indiquées au tableau ci-avant.

Le fonctionnement de ces appareils est identique à celui des autres marteaux piqueurs construits par les mêmes firmes.

CHAPITRE III.

Conditions d'emploi, organisation du travail.

I. MARTEAUX PERFORATEURS.

Dans le bassin de Liège, l'usage des aiguilles-coins ou autres procédés ayant pour but d'obtenir une dislocation ou une fissuration des roches a été abandonné presque partout, ces procédés n'ayant pas donné les résultats qu'on en attendait. Il fallait creuser, au marteau perforateur, des trous de grand diamètre (65 millimètres en général) ; dans ces trous, on engageait un jeu de coins et l'on provoquait l'éclatement des roches par les coups répétés d'un marteau perceur à air comprimé.

La difficulté de creuser des trous de grand diamètre, le peu d'effet utile des chocs donnés à l'aide du marteau perceur étaient cause que ce procédé ne donnait des résultats satisfaisants que lorsque l'épaisseur des bancs à enlever était relativement faible.

Les marteaux perforateurs sont employés, dans notre bassin, presque uniquement pour le creusement des trous de mine en vue d'abattre les roches à l'aide d'explosifs.

Dans les galeries à travers-bancs, les puits, les bouxhtays, ainsi que dans les autres travaux préparatoires où l'usage des explosifs n'est pas interdit par les prescriptions du règlement sur la police des mines, l'usage de ces appareils est, pour ainsi dire, général dans tous les charbonnages disposant d'une installation d'air comprimé.

Ces travaux sont souvent organisés en trois postes de 8 heures, composés chacun d'un ou de deux ouvriers bacneurs et d'un char-

geur. Lorsqu'il y a deux bacneurs, l'un d'eux s'occupe essentiellement du forage des mines ; l'autre fait le boisage et aide le chargeur à l'enlèvement des déblais. Les mines sont alors tirées par un surveillant spécial ne séjournant pas sur place.

D'autres fois, le travail se fait à deux postes comportant chacun un bacneur, un aide-bacneur et un boutefeux. Le premier bacneur a dans ses attributions le forage des mines, la pose des guidons d'aéragé et le boisage ; il assiste le boutefeux dans le chargement des mines ; l'aide-bacneur charge les déblais et les transporte jusqu'à l'évitement le plus proche ; il doit également amener au front de travail les bois, fers à mine, guidons d'aéragé et autres matières nécessaires au travail.

Le nombre et la disposition des trous dépendent évidemment de la nature et de l'allure des terrains traversés, ainsi que de la section à donner à la galerie, exactement comme dans le cas où le creusement des trous de mine se fait à la main.

Quant à l'emploi des marteaux perforateurs dans les galeries à bosseoyer, il a été étendu, dans la moitié des charbonnages disposant d'une installation d'air comprimé, à toutes les galeries où il y a lieu de miner, où l'air comprimé peut être amené à front sans trop de frais et où l'emploi des explosifs est autorisé. Dans l'autre moitié des charbonnages disposant d'une installation d'air comprimé, on ne fore les trous de mine au marteau que dans une partie des bosseyements où il est permis de faire usage d'explosifs.

L'organisation du travail est ordinairement la suivante : un ouvrier est désigné, pour chaque chantier, spécialement pour faire les trous de mine dans tous les bosseyements du chantier. Il descend, accompagné d'un aide, vers 2 ou 3 heures de relevée, de façon à arriver au chantier peu de temps après que les abatteurs ont terminé leur besogne. Dans chacune des galeries, cet ouvrier fore les trous de mine, dont le nombre et la position lui ont été indiqués par le surveillant. Il lui est bien recommandé de commencer le forage par la partie supérieure du chantier et d'avancer en sens inverse du courant d'air, de manière à subir le moins possible l'inconvénient des poussières de forage en suspension dans l'atmosphère. Le boutefeux descend vers 4 heures et fait exploser les mines au fur et à mesure de l'avancement du forage.

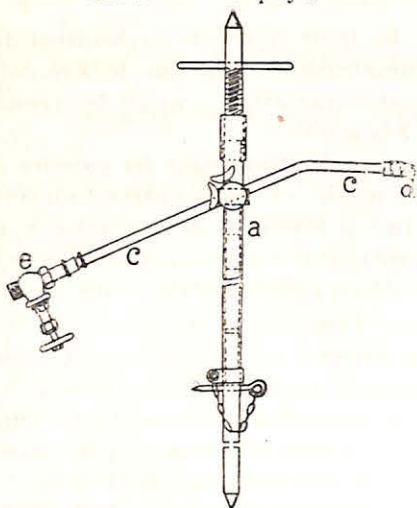
Un ouvrier peut facilement creuser chaque jour les trous de mine nécessaires pour six bosseyements ; il nous a même été signalé le cas d'un ouvrier qui fore couramment, chaque jour, 18 mines de 1^m80 de longueur.

Lorsque les ouvriers du poste de nuit arrivent au chantier, vers 6 1/2 heures ou 7 1/2 heures du soir, ils peuvent s'occuper immédiatement du déblayage des galeries, du remblayage des tailles et du boisage. L'un d'eux est toutefois porteur d'un marteau perforateur pour le cas où il y aurait une mine complémentaire à tirer ou pour forer des pétards là où il peut rester des blocs de pierre à enlever.

Les fleurets les plus employés sont de deux types : *a*) les fleurets rubannés avec taillant en Z, utilisés dans les terrains de dureté moyenne, plutôt faible (schistes et psammites) ; *b*) les fleurets per-

DISPOSITIF D'ARROSAGE

Fig. 9. — Vue en profil.



forés avec taillant en croix ou en « bonnet de prêtre », employés dans les terrains durs, tels que les grès.

Avec les fleurets du premier type, les farines de forage s'évacuent automatiquement et il ne se produit pas beaucoup de poussières. Avec ceux du second type, l'air comprimé est soufflé au fond du trou et il en résulte qu'il se dégage, pendant le forage, un nuage de poussières assez gênant pour l'ouvrier qui manie le marteau.

La lutte contre cet inconvénient principal des marteaux perforateurs n'a guère fait de progrès depuis les publications faites à ce sujet dans les *Annales des Mines de Belgique*, notamment dans le tome XIII (année 1908), 1^{re} livraison, par M. l'Ingénieur en chef des Mines STASSART. Aucun des systè-

mes décrits dans cet article ne semble avoir fait ses preuves en pratique, car, d'après ce qui nous a été signalé, aucun charbonnage du bassin ne fait usage d'un dispositif spécial en vue de diminuer l'inconvénient dont il s'agit.

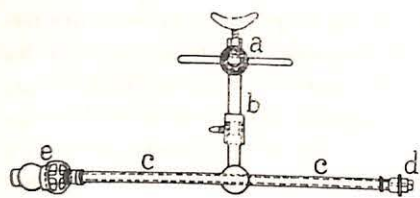


Fig. 10. — Projection horizontale.

Un procédé qui mériterait d'être essayé dans nos mines est celui qui consiste à abattre les poussières par arrosage au moment où elles sortent du trou de mine. Bien entendu, pour pouvoir employer ce procédé, il faut disposer d'une canalisation d'eau sous pression ; il suffit alors de placer, vers le milieu de la section de la galerie, un étai métallique extensible *a* (voir fig. 9 et 10). A cet étai, on adapte, en nombre égal à celui des trous que l'on doit forer simultanément, des bras amovibles *b* portant à leurs extrémités des tuyaux pivotants *c*. L'extrémité antérieure de chacun de ces derniers tuyaux est munie d'une tuyère en cuivre rouge *d*, tandis que l'autre extrémité, munie d'un robinet à soupape *e*, est reliée par un tuyau flexible à la canalisation d'eau sous pression. Lors du forage, on donne au tuyau *c* une direction telle que le jet d'eau atteigne exactement l'orifice du trou de mine.

Ce dispositif a été décrit dans le fascicule du 15 août 1913 de la revue allemande *Glückauf* (page 419). D'après l'auteur de cette description, il a été employé avec succès au puits Grillo du siège Monopol de la « Gelsenkircher Bergwerks A. G. ». L'auteur ajoute : « D'après l'expérience acquise, un jet d'eau d'environ 1 m/m d'épaisseur suffit pour abattre complètement la farine de forage sortant d'un trou de mine. L'installation pouvant être faite en fort peu de temps et la dépense d'eau étant relativement faible, les ouvriers ne demandent pas mieux que de faire usage de ce procédé ».

II. MARTEAUX PIQUEURS A LA PIERRE.

Dans plusieurs charbonnages, on fait usage, pour le bosseyement de certaines galeries où le tir des mines est interdit, de marteaux-pics généralement d'un calibre plus fort que les marteaux-pics à veine. Les ouvriers s'en servent pour attaquer directement les roches, mais il faut que les terrains ne soient pas trop durs.

Les résultats obtenus sont encourageants et ont permis, dans certains cas, de suivre l'avancement des tailles. L'avancement réalisé est loin d'être comparable à celui que l'on obtient au marteau perforateur avec usage d'explosifs, mais ce procédé remplace avantageusement le travail à l'aide des outils ordinaires et même celui à l'aiguille-coin.

Nous citerons, dans le chapitre suivant, plusieurs cas d'avancements et de prix de revient réalisés à l'aide de ces appareils.

CHAPITRE IV.

Résultats obtenus, avancement et prix de revient.

I. MARTEAUX PERFORATEURS.

1° Galeries à travers-bancs.

Nous donnons ci-dessous quelques exemples d'avancements et de prix de revient obtenus à l'aide de marteaux perforateurs. Nous avons comparé ces éléments, quand cela nous a été possible, avec ceux qui résultent du travail à la main. A vrai dire, cette comparaison n'a rien d'absolu. Pour établir une comparaison complète entre le travail à la main et le travail à l'aide de marteaux pneumatiques, il aurait fallu posséder, pour chacun de ces modes de travail, les renseignements ci-après :

- Section nue et section utile de la galerie ;
- Façon de tirer les mines (en série ou autrement) ;
- Mode de boisage ;
- Organisation du travail (en 1, 2 ou 3 postes) ;
- Type de fleurets employés ;
- Inclinaison des terrains, nature des stratifications ;
- Mode de surveillance.

Pour donner une idée de l'importance de ces renseignements, nous reproduirons ci-dessous les données que la direction du charbonnage de Patience et Beaujone a bien voulu nous communiquer au sujet du travail à l'aide de marteaux perforateurs exécuté dans trois bacnures différentes.

Le travail était organisé de façon que la durée de présence des ouvriers au vif-thier de la bacnure soit approximativement de 8 heures par poste. Chaque poste comprenait deux ouvriers et un surveillant boutefeux. Ce dernier transportait les pierres sur une distance de 150 mètres environ ; si la distance à parcourir était plus grande, on ajoutait un ou plusieurs traîneurs. Le tir des mines se faisait par mines isolées. Le boisage des galeries était effectué par cadres complets placés à écartement de 1 mètre.

Dans chacune des trois bacnures, des observations ont été faites journalièrement, pendant plusieurs quinzaines, en ce qui concerne la durée des différentes phases du travail ; les moyennes des résultats de ces observations sont données dans le tableau ci-après :

	Bacnure Sud à 484 mètres Puits Beaujone	Bacnure Sud à 560 mètres Puits Beaujone	Bacnure Nord à 360 mètres Puits Bure-aux- Femmes	
Section des galeries	Largeur au sommet	2 ^m 00	1 ^m 80	2 ^m 00
	Largeur à la base	2 ^m 50	2 ^m 70	2 ^m 50
	Hauteur	2 ^m 50	2 ^m 00	2 ^m 05
	Observations	Néant	Rigole de 0 ^m 50 de largeur et 4 à 5 cm. de profondeur le long d'une des parois.	Néant
Heures de présence au vif-thier	7 h. 59'	7 h. 40'	7 h. 57'	
Durée du repas	23'	22'	21'	
Durée du forage des mines	2 h. 42'	2 h. 53'	2 h. 29'	
Durée du tir	1 h. 0'	48'	1 h. 9'	
Durée du chargement des pierres et transport	2 h. 53'	2 h. 30'	2 h. 56'	
Durée du boisage, pose des rails, guides d'aérage, tuyaux à air comprimé	1 h. 1'	1 h. 7'	1 h. 2'	
Nombre moyen de mines forées	6,1	5	6,5	
Longueur moyenne d'une mine	»	1 ^m 12	1 ^m 25	
Nombre moyen de berlines de pierres chargées	8	6,8	9	
Durée du forage d'une mine	26' 20"	34'	18' 20"	
Durée du chargement d'une berline de pierres	21' 10"	22'	19'	
Durée du tir d'une mine	9' 44"	9' 36"	10' 30"	
Avancement par poste	0 ^m 615	0 ^m 460	0 ^m 576	
Stampe de grès traversée	»	3 ^m 80	»	
Durée du forage de 1 mètre de mine	»	30' 21"	14' 40"	

Pour les divers exemples qui nous ont été signalés, les renseignements ne nous ont pas été fournis d'une façon aussi détaillée, mais nous croyons qu'il sera néanmoins intéressant de mettre sous les yeux des lecteurs les résultats tels qu'ils nous ont été communiqués et qui sont relatifs à des travaux exécutés avant la guerre ou pendant les deux premières années de guerre.

Charbonnage d'Espérance et Violette.

A) *Bacnure montante à 117 mètres du siège Bonne-Espérance.*

Sans les marteaux, on avait réalisé, en deux mois, un avancement de 46^m35 , dont 4^m90 en grès ; si l'on admet — ce qui se vérifie assez souvent — que l'avancement en schiste est double de celui en grès, on voit que l'avancement tout en schiste aurait été de $46^m35 + 4^m90 = 51^m25$, soit 25^m60 en moyenne par mois. Le prix du mètre courant aurait été de 45 francs en schiste et 70 francs en grès.

Avec l'emploi des marteaux, on a fait, en deux mois, un avancement de 76^m95 , dont 15^m70 en grès, ce qui correspond à 92^m65 si la galerie n'avait traversé que du schiste ; l'avancement mensuel moyen comparable à celui indiqué ci-dessus est donc de 46^m30 , soit une augmentation de 77 1/2 %. Le coût du travail fut de 35 francs le mètre courant en schiste et 60 francs en grès, non compris les dépenses spéciales inhérentes à l'usage des marteaux.

Pour évaluer celles-ci, il faut d'abord tenir compte de la consommation d'air comprimé. Un mètre d'avancement de bacnure exige, en général, 12 à 15 mètres de trous de mine, et un mètre de trou se fore en 15 à 20 minutes ; la durée du forage est donc d'environ 3 heures. La consommation moyenne d'un marteau étant de 200 litres à la minute, ainsi qu'il résulte d'expériences faites à ce charbonnage, la consommation totale d'air comprimé pour un mètre d'avancement de bacnure peut être évaluée à 36 mètres cubes à la pression de 6 atmosphères au compresseur.

Dans la partie de notre travail relative à l'application des marteaux pneumatiques à l'abatage, nous avons dit qu'au charbonnage du Bois-d'Avroy, le coût d'un mètre cube d'air comprimé à cette pression a été trouvé égal à fr. 0,025. La dépense en air comprimé par mètre d'avancement sera, dans ces conditions, de fr. 0,90.

Cette somme correspond assez exactement à la moyenne entre celles admises aux charbonnages de Sclessin-Val-Benoît, de Patience et Beaujone, et d'Abhoos et Bonne-Foi-Hareng (siège Abhoos) pour

la dépense en air comprimé d'un marteau piqueur utilisé pour l'abatage pendant un poste. Les autres dépenses : amortissement, entretien, etc., peuvent être considérées comme sensiblement les mêmes pour une même durée de fonctionnement, qu'il s'agisse de marteaux perforateurs ou de marteaux piqueurs. Or, une durée de 3 heures constitue une moyenne du temps de fonctionnement effectif d'un marteau piqueur en un poste ; c'est aussi, comme nous venons de le dire, le temps exigé par le forage des trous de mine nécessaires pour un mètre d'avancement de bacnure. Nous pouvons donc dire que la dépense qu'occasionnent les marteaux perforateurs pour un mètre d'avancement est la même que celle qu'occasionne un marteau piqueur en un poste d'abatage, c'est-à-dire de fr. 2.50, comme nous l'avons admis dans notre première étude.

Dans ces conditions, le prix du mètre d'avancement ressort à fr. 37.50 en schiste et à fr. 62.50 en grès, ce qui constitue, sur les prix correspondants du travail effectué sans l'aide des marteaux, une diminution de fr. 7.50 en schiste aussi bien qu'en grès.

B) *Bacnure creusée au nouveau puits du siège Batterie.*

Ce travail a été fait uniquement au moyen de marteaux. L'avancement journalier moyen a été de 2^m85 en comptant, comme ci-dessus, que l'avancement en schiste est double de celui en grès. La longueur totale creusée a été de 205^m65 , dont 29 mètres à la section d'une voie ferrée, 116^m65 à la section utile de $2^m \times 2^m$ et 60 mètres de bacnure montante à 18 degrés.

Le prix de revient du travail au marteau a été le même que dans la galerie précédente, mais il n'y a pas d'élément comparatif avec le travail à l'aide des outils ordinaires.

C) *Bacnure nord du siège Violette.*

Avec les anciennes perforatrices à air comprimé, l'avancement journalier dans cette galerie, creusée sur une section de 2^m70 sur 2^m10 , était de 1^m50 ; le prix de revient du mètre était de 55 francs, dont 15 à 18 francs d'explosifs.

Par l'emploi des marteaux perforateurs (qui étaient du type « Bolide »), l'avancement journalier moyen est monté à 3^m80 , soit une augmentation de 86 % ; le prix de revient main-d'œuvre est descendu à fr. 27.50 ; la dépense en explosifs fut réduite à fr. 12.50 par mètre, ce qui s'explique par le fait que, les marteaux perforateurs étant plus maniables, on peut orienter les trous de mine d'une façon plus judicieuse ; en ajoutant fr. 2.50 par mètre d'avancement pour

les dépenses inhérentes à l'emploi des marteaux, on arrive à un prix de revient total de fr. 42.50 le mètre courant, soit une diminution de fr. 22.50 ou 35 %.

Charbonnage de l'Arbre-Saint-Michel.

Une bacnure a été creusée au marteau perforateur en schiste et en psammite de dureté moyenne. Les fleurets employés étaient creux, à taillant en forme de Z, et mesuraient 22^{m/m} de diamètre.

L'équipe était composée d'un ouvrier bacneur et d'un manoeuvre ; les ouvriers avaient à leur charge le transport des pierres, le placement des rails, des guidons d'aérage et des tuyaux d'air comprimé. L'explosif, fourni par le charbonnage, était également payé par les ouvriers, à raison de fr. 2.70 le kilogr. et de fr. 0.25 pour un détonateur.

Sur une section utile de 1^m65 × 1^m80, l'avancement a été de 1^m50 par jour et le prix moyen général par mètre a été trouvé égal à fr. 41.10, y compris les frais inhérents à l'emploi des marteaux perforateurs ; la dépense en explosifs fut de 12 fr. par mètre courant.

Le charbonnage estime que si ce travail avait été fait à l'aide d'une perforatrice à main, l'avancement aurait été de 1 mètre par jour et le prix de revient de fr. 35.25 par mètre courant, la dépense en explosifs entrant dans cette somme pour 15 francs.

Le grand avantage de la perforation mécanique résulte donc, dans ce cas, de la rapidité de l'avancement.

2° Bosseyements.

Des comparaisons entre les avancements et les prix de revient obtenus à l'aide de marteaux perforateurs et ceux obtenus sans l'emploi de ces appareils, nous ont été données dans plusieurs charbonnages.

Nous citerons les exemples ci-après :

a) Charbonnage de Bonne-Espérance et Violette. — *Siège Bonne-Espérance.*

Dans les montées servant au transport des produits abattus dans les tailles montantes de la couche Grande Veine des Dames à l'étage de 283 mètres, on obtenait, avant l'introduction des marteaux, un avancement journalier moyen de 1^m08 et le prix du mètre d'avancement était de 13 francs.

Avec l'emploi des marteaux, on a obtenu un avancement journalier moyen de 1^m33, soit une augmentation de 23 %, et le prix de

revient par mètre est descendu à 11 fr. 50, soit une diminution de 11,5 %.

Il faut remarquer, en outre, que le coût de l'entretien de ces galeries a été réduit à fort peu de chose ; il a été constaté, en effet, dans le chantier où l'essai a été pratiqué, que les premiers bois commençaient à casser juste au moment où la montée était terminée, c'est-à-dire au bout de 2 1/2 mois ; auparavant, le creusement de ces galeries durait 3 1/4 mois.

b) Même charbonnage. — *Siège Violette.*

Dans la couche Stenaye en dressant, l'avancement moyen journalier dans les bosseyements était de 1^m50 lorsqu'on employait les perforatrices à main et le prix du mètre courant s'élevait à 9 fr. 75.

Depuis qu'on y emploie les marteaux perforateurs, l'avancement journalier moyen est de 2^m00, ce qui représente une augmentation de 33 % et prix par unité est descendu à 7 fr. 25 ; il est donc diminué de 26 %.

c) Charbonnage de l'Arbre-Saint-Michel.

Dans la couche Grande Veine ouest au niveau de 114 mètres, le bosseyement de la voie de roulage principale se fait dans le mur psammiteux assez dur ; on y trouve de nombreux rognons de sidérose ; le premier banc de ce mur mesure parfois 1^m00 d'épaisseur. Le toit, très dur, n'est pas entamé. La couche, inclinée de 18°, a une ouverture de 1^m30. La section à donner à la galerie est de 2^m25 de largeur à la base, 2^m00 de largeur à 1^m00 au-dessus du rail, et 1^m85 de hauteur au milieu de la voie.

Un bosseyeur effectue seul tous les travaux : creusement des trous de mine, déblayage des pierres qu'il jette dans la taille située immédiatement en-dessous, et boisage. Les mines, au nombre de trois, ont 1^m80 de longueur, ce qui correspond à l'avancement de 2 jours. Le prix de revient est de 11 fr. 90 au mètre courant.

Lorsque ce travail s'effectuait à l'aide de la perforatrice à la main, l'avancement journalier était de 0^m50 et le prix de revient était de 18 fr. 60 par mètre courant.

II. MARTEAUX PIQUEURS A LA PIERRE.

Au charbonnage de *Marihaye*, on emploie assez couramment les marteaux piqueurs à la pierre dans les voies intermédiaires où l'usage des explosifs n'est pas autorisé. C'est le cas pour la couche

Pucelle du siège Many, en dressant renversé à 75-80°. On y fait le bosseyement dans le toit, bien que celui-ci soit très dur ; si l'on entamait le mur, on provoquerait des éboulements parce qu'il y existe une veinette à 1^m00 de la couche. Quant on effectue ce bosseyement à la main, l'avancement est d'environ 0^m50 par jour. A l'aide du marteau-pic, on réalise facilement un avancement moyen de 1^m00 par jour ; la section à donner aux voies intermédiaires est de 2^m00 × 1^m20.

La couche Graindorge, du même siège, se trouve sensiblement dans les mêmes conditions.

Dans la couche Grande Veine de ce siège, les bosseyements doivent se faire entièrement dans le toit, parce le mur est constitué par un banc de grès compact et très dur, de 0^m30 d'épaisseur. Avant l'emploi des marteaux pics, l'avancement moyen journalier était de 0^m60 ; actuellement, grâce à l'emploi de ces appareils, l'avancement est doublé. La section à donner aux voies intermédiaires est de 1^m60 × 1^m50.

Au siège Flémalle, on fait au marteau piqueur système « Le Liégeois », le bosseyement de la voie d'aérage de la couche Désirée, à l'étage de 500 mètres ; la section de cette galerie est de 1^m70 × 1^m50 ; la couche, inclinée de 50 degrés, a une puissance de 0^m50 ; les terrains sont durs ; l'avancement est de 8^m50 par quinzaine et le prix de revient de 7 fr. 50 le mètre courant, marchandises non comprises, somme à laquelle il faut ajouter 2 fr. 50 environ, coup d'un marteau piqueur en un jour.

Lorsque cette galerie se creusait à l'outil, le prix était de 11 francs le mètre courant et il fallait un excellent ouvrier pour réaliser un avancement de 6 mètres par quinzaine.

Au charbonnage de *Sclessin-Val-Benoît*, on effectue également, à l'aide du marteau piqueur, un grand nombre de bosseyements. Ce charbonnage voit notamment un avantage dans le fait que, le personnel de nuit étant très difficile à recruter, on peut se montrer moins exigeant dans le choix des ouvriers lorsqu'on fait usage d'appareils mécaniques ; d'autre part, l'avancement étant plus grand, il suffit d'un nombre moindre d'ouvriers pour arriver au même résultat.

Voici un exemple du travail au marteau bosseyeur comparé à celui à la main :

Couche Délyée-Veine à 409 mètres du siège Grand-Bac. Dans la voie de niveau inférieure, le bosseyement se fait à la masse et à

l'aiguille ; un bosseyeur et un manœuvre font un avancement de 0^m55 par poste ; le prix de revient est de 10 fr. 70 le mètre courant ; la puissance de la couche est de 1^m20, l'inclinaison de 80°.

Dans la première voie intermédiaire, la puissance de la couche est également de 1^m20, l'inclinaison est de 50° ; les terrains sont plus durs qu'à la voie précédente ; un bosseyeur seul, travaillant au marteau, réalise un avancement de 0^m97 en un poste. Le prix du mètre courant est de fr. 10.20, y compris les frais inhérents à l'emploi des appareils pneumatiques, évalué par ce charbonnage à fr. 3.60 par mètre d'avancement.

La deuxième voie intermédiaire se trouve dans une situation analogue ; seulement, la puissance de la couche n'y est que de 1 mètre ; l'avancement au marteau bosseyeur est de 1^m02 et le prix de fr. 9.70 par mètre.

Dans la voie supérieure de retour d'air, la couche est inclinée à 20 degrés et on doit prendre le bosseyement entièrement dans le toit, qu'il faut entamer sur 1^m50 d'épaisseur ; l'avancement à l'aide du marteau bosseyeur est de 0^m45, le prix de revient par mètre courant, de fr. 18.40, les frais inhérents à l'emploi des marteaux, compris dans cette somme, étant évalués à 4 francs.

CHAPITRE V.

Conclusions.

Les avantages résultant de l'application des procédés mécaniques aux travaux à la pierre sont si évidents qu'il est presque inutile d'y revenir.

Il y a d'abord un gain appréciable au point de vue de la durée du travail, puisque les avancements obtenus sont beaucoup plus grands, surtout dans les terrains durs ; mais, même dans les terrains moyennement durs, la rapidité du creusement est sérieusement augmentée. L'avancement est, en outre, beaucoup plus régulier et il en résulte que l'introduction des marteaux a fait disparaître l'énorme différence que l'on constatait, lorsque l'on appliquait les anciens procédés, entre la vitesse d'avancement dans les grès et celle dans les schistes.

Grâce à l'emploi de ces appareils, il devient facile de régler l'avancement des galeries à bosseger sur celui des tailles correspondantes ; on supprime donc, par ce fait, les multiples inconvénients qui résultaient de ce que les bosseyements étaient si souvent en retard sur les tailles.

D'autre part, grâce à l'avancement plus rapide, il suffit d'un nombre d'ouvriers moindre pour effectuer le même travail et en outre, point très important, l'utilisation des appareils pneumatiques permet aux exploitants de se montrer moins exigeants sur la qualité de la main-d'œuvre. Cette question est primordiale pour le personnel de nuit, pour lequel les ouvriers expérimentés sont toujours très difficiles à recruter.

L'introduction des marteaux piqueurs à la pierre présente également un grand intérêt dans certains cas.

En résumé, il n'est pas exagéré de dire que, dans notre bassin, on ne pourrait plus se passer de marteaux à air comprimé pour les travaux à la pierre ; il ne serait plus possible de trouver un nombre suffisant d'ouvriers capables d'utiliser les anciens moyens de creusement des galeries.

C'est donc une nécessité absolue de développer de plus en plus les procédés mécaniques appliqués aux travaux à la pierre.

Novembre 1918.