

les guides, en faisant glisser les pattes des agrafes sur les partibures et en posant aussitôt de nouveaux boulons. Cette dernière partie du travail fut exécutée en remontant d'abord par une cage, puis par l'autre. Lorsqu'une file fut terminée, on installa une nouvelle cage qui servit à parachever et à rectifier la pose du guidonnage en descendant. Cette transformation dura trois jours pour chaque corde. Elle fut exécutée par trois équipes de quatre ouvriers et par postes de huit heures.

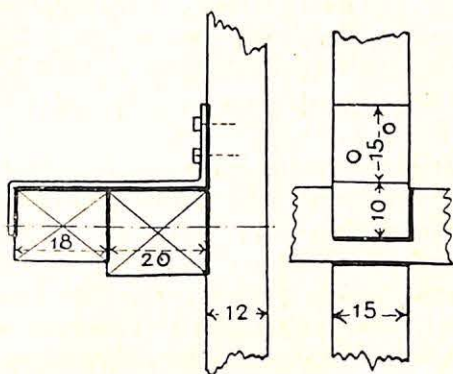


Fig. 5.

» Pendant ce temps, on transforma les balances du jour et les taquets de la recette et l'on modifia l'écartement des voies au nouvel étage.

» Enfin la transformation du puits terminée, on rectifia la position des molettes, pendant qu'on démolissait la plate-cuve à 626 mètres et que l'on faisait le raccord du tronçon inférieur. »

#### *Revêtement des galeries en béton armé*

Le Charbonnage de Marihaye fait l'essai d'un revêtement en béton armé pour quelques-unes de ses galeries souterraines. M. l'Ingénieur **Renier** m'adresse à ce sujet la note suivante :

« Une note détaillée parue en 1907 dans le *Bulletin de la Société de l'Industrie minière* (4<sup>me</sup> série), et due à M. Lombois, Ingénieur principal des travaux du fond aux mines de Béthune, a fait connaître le mode de revêtement en béton armé adopté à ces charbonnages et dont une pratique de plusieurs années avait démontré la bonne qualité.



» Ayant eu l'occasion de visiter à diverses reprises ces exploitations et ayant apprécié l'intérêt du système, j'ai cru utile de le signaler à l'attention de la Direction des Charbonnages de Marihaye. Divers essais ont été tentés et actuellement une assez grande extension est donnée à ce mode de revêtement. Je vous donne ci-après quelques renseignements sur les résultats obtenus :

» Les avantages que l'on a reconnus dans d'autres mines, et notamment à celles de Béthune seraient les suivants :

» 1° Résistance minimum à la circulation du courant d'air :

» L'expérience a permis de constater en effet qu'à résistance égale, une galerie murillée devait avoir 3<sup>m</sup>246 de section, une galerie en roches nues 6 mètres carrés et une galerie boisée par cadres 8 mètres carrés.

» Cet avantage du revêtement en béton est surtout intéressant lorsque les travaux s'étendent à grande distance des puits.

» 2° Suppression des soufflards et des dégagements de grisou par les remblais.

» Ces afflux de grisou peuvent vicier l'air des chantiers. C'est dans un cas de ce genre qu'ont débuté les nouveaux essais aux charbonnages de Marihaye. Le succès a été complet.

» 3° Suppression des poussières.

» La surface des parois étant lisse, les poussières ne peuvent guère s'y déposer. Un arrosage rapide permet de les enlever complètement. Cet avantage est surtout appréciable sur les voies de roulage.

» 4° Minimum de surveillance et d'entretien.

» Les dislocations du revêtement en béton, d'ailleurs très rares à Béthune, même en très mauvais terrains, s'aperçoivent aisément. Dès que se produit une fissure, on consolide par des injections de ciment, qui se font rapidement et ne nécessitent pas un arrêt de roulage.

» 5° Suppression des chutes de pierres et des éboulements.

» Les accidents, souvent graves, dus à cette cause, ne sont pas rares. Mais n'y eût-il pas d'accident causé par les chutes de pierres dans les galeries, les éboulements, qui se produisent sur les voies de roulage, n'en continueraient pas moins à jeter de profondes perturbations dans le service des transports, perturbations dont il est bien difficile d'évaluer les conséquences économiques, parfois importantes, surtout si la journée de travail est limitée.

» 6° Prix de revient réduit, inférieur à celui de la maçonnerie.

L'établissement d'un prix de revient est toujours chose délicate. Je reviendrai sur ce point dans la suite.

» Les mines de Béthune renseignent le prix de revient suivant, par mètre courant :

Béton : main-d'œuvre de surface . . . . .	3.55	} 1m <sup>3</sup> 76
Terres rouges (schistes brûlés de terris) . . . . .	3.43	
Mortier . . . . .	3.50	
	10.48	
Ciment (100 kilog.) . . . . .	4.20	
Armature métallique. . . . .	2.54	
Main-d'œuvre au fond . . . . .	8.42	
	Fr. . . . .	25.64

» Ce chiffre devrait être augmenté de 60 centimes environ pour frais d'amortissement du coffrage.

» Un essai a été fait au siège de Flémalle d'après le système suivi aux mines de Béthune. Il a été suspendu après exécution d'un tronçon d'environ 40 mètres de longueur, par suite de l'inauguration d'un système plus simple au siège Many qui avait, dans le début, adopté lui aussi la méthode de Béthune.

» L'essai fait à Flémalle donne lieu aux remarques suivantes :

» L'essai a été exécuté dans le travers-bancs du nouvel étage à 700 mètres, galeries de 2<sup>m</sup>50 de hauteur et de 2<sup>m</sup>70 de largeur, à 1<sup>m</sup>20 au-dessus du niveau des rails. Les terrains étaient en plateaux et peu résistants, puisqu'il avait fallu les soutenir au fur et à mesure de l'avancement à l'aide de cadres de boisage distants de 1 mètre avec garnissage complet.

» Le bétonnage n'a porté que sur les parois et la voûte. Les piedroits étaient arqués. Les dimensions de la galerie bétonnée étaient : 2 mètres de hauteur et 2<sup>m</sup>30 de largeur. L'épaisseur des parois était de 0<sup>m</sup>15. On comblait les vides à l'aide de pierres sèches. La voûte seule était armée d'arceaux partant des naissances et de fils longitudinaux. La distance entre armatures était de 0<sup>m</sup>20. L'armature était constituée par de simples fils de fer, débris de câbles métalliques. Enfin le bétonnage s'est fait par anneaux de 1<sup>m</sup>20. Le travail a été exécuté simultanément avec le creusement. Le front se trouvait toutefois à plus de 50 mètres de distance.

» Les résultats ne sont pas aussi satisfaisants, au point de vue économique, que ceux obtenus aux mines de Béthune. Le prix de revient



par mètre courant a varié de 30 à 35 francs. Le cube de béton par mètre courant n'était pas inférieur à 2 mètres cubes. Quant à la main-d'œuvre elle était assez coûteuse. En outre des deux ouvriers maçons chargés du travail et qui faisaient le bétonnage même, la mise en place des cintres, le transport des matériaux, etc., il fallait un boiseur pour l'enlèvement des cadres de boisage, car les terrains étaient mauvais. On peut d'ailleurs poser en règle que le bétonnage doit suivre de très près le front.

» Au point de vue de la résistance, le système était defectueux. Il eût fallu, ainsi qu'on le fait à Béthune, armer les piédroits. L'étage en préparation de 700 mètres ayant été noyé lors des inondations du printemps 1910, des fissures se produisirent dans les piédroits par suite de l'affouillement du sol de la galerie. Le dommage est toutefois peu grave. On y a remédié par des injections de ciment. J'ajouterai que dans ce même travers bancs, on a constaté, à l'occasion de ces inondations, de nouveaux éboulements dont l'enlèvement a retardé de beaucoup la reprise du travail de creusement.

» Entretiens, on a bétonné au même siège la galerie à 318 mètres vers les travaux d'Yvoz-Flémalle et l'on se prépare à reprendre le bétonnage de la bacnure à 700 mètres, mais à l'avancement et à proximité du front.

» Le revêtement est toutefois d'un type un peu différent. Il est exécuté d'après la méthode imaginée par la Direction du siège Many, et qui a déjà été appliquée à ce siège à l'étage de 320 mètres, puis à celui en exploitation de 270 mètres, sur plus de 400 mètres de longueur.

» Dans le système du siège Many, les piédroits sont verticaux et la voûte légèrement cintrée. La section varie suivant l'importance de la galerie. Ces variations sont d'ailleurs réalisées à peu de frais, car le matériel utilisé est des plus rudimentaires. Les sections les plus courantes sont  $1^m60 \times 1^m85$  avec  $0^m15$  de flèche et  $2^m20 \times 2^m20$  avec  $0^m20$  de flèche. Lorsqu'il s'agit de bacnures en creusement, le bétonnage suit le front à 5-10 mètres; mais on a également employé largement ce système pour la réfection des voies utilisées par l'exploitation. Dans l'un et l'autre cas, le transport n'a jamais été suspendu; le bétonnage s'est poursuivi à la bacnure nord à 270 mètres malgré une extraction journalière de plus de 500 berlines.

» Dans le cas de voies en creusement, le boisage provisoire consiste en simples beiles; s'il est besoin de montants, on les place ver-

ticaux. Dans le cas de réparations de voies, on enlève et remplace si possible les montants inclinés. Si les parois sont trop ébouleuses, on laisse en place les montants inclinés et on les noie derrière le revêtement.

» Le coffrage des piédroits est fait de madriers de 5 mètres de longueur qui s'appuient sur les montants verticaux. On les empile, extérieurement aux montants, au fur et à mesure des progrès du travail. Des fils de fer verticaux sont noyés dans la masse; on les attache au pied à un fil de fer tendu horizontalement ou encore à un vieux rail qui joue le rôle de longrine. On dispose également des fils de fer longitudinaux. Les mailles carrées de cette armature ont normalement 90 centimètres de côté; en mauvais terrains, on les resserre à 60 centimètres et même à 30 centimètres. L'épaisseur du béton est au minimum de 10 centimètres, plus souvent de 15 centimètres; en cas de fortes pressions, elle peut atteindre 20 centimètres. Deux manœuvres édifient en un jour 5 mètres de piédroits. Après 6 jours, on peut enlever le coffrage et le reporter en avant. On enlève également les montants verticaux, en soutenant au besoin les beiles par des faux bois prenant appui sur les piédroits. Les vides entre le béton et les parois sont comblés au fur et à mesure de leur confection à l'aide de pierres sèches. Enfin on noie dans les piédroits, à des distances de 2 mètres environ, des anneaux destinés à soutenir les tuyauteries, etc.

» Pour confectionner la voûte, on installe à l'intérieur et contre les piédroits des longrines qui prennent appui sur des faux bois ou mieux des étais métalliques (tubulaires). Ces longrines servent de support aux cintres qui sont en bois, du type ordinaire, mais de longueur réduite, 80 centimètres seulement, afin de faciliter le pilonnage horizontal. La voûte est armée transversalement et longitudinalement contre les piédroits. Son épaisseur est de 18, 23 et même 30 centimètres en mauvais terrains. La voûte terminée est chargée de pierres pour combler les vides. Les beiles sont autant que possible enlevées progressivement. Deux ouvriers font en un jour  $1^m50$  à 2 mètres de voûte. On dispose de 7 à 8 cintres que l'on reporte continuellement de l'arrière à l'avant.

» Cette méthode est très rapide et très simple dans l'application. Elle ne nécessite pas comme celle de Béthune un coffrage compliqué et coûteux. Les chiffres renseignés par les mines de Béthune, au sujet du coffrage, sont en effet beaucoup trop faibles d'après l'expérience faite à Flémalle.



» La résistance de ce mode de revêtement paraît être satisfaisante. Divers tronçons de travers-bancs sujets à des poussées intenses, se comportent parfaitement. On n'a eu à enregistrer jusqu'ici qu'un seul cas de fissure sans gravité et non suivie de tassement.

» Quant au prix de revient, on peut admettre que pour une épaisseur moyenne de 23 centimètres (voûte et piédroits), le mètre courant coûte :

Béton . . . . .	17 francs
Main-d'œuvre . . . . .	12 »
TOTAL 29 »	

» Ce chiffre ne tient pas compte de la main-d'œuvre et de l'énergie mécanique nécessaire à la confection du béton, des frais de transport, et encore du prix de l'armature faite de vieux câbles recuits, puis effilochés, ni du coût des matériaux servant au coffrage.

» Dans les terrains où l'on adopte une épaisseur moyenne de 0<sup>m</sup>23, un boisage en chêne devrait être fait par cadres distants de 0<sup>m</sup>60 et coûterait environ 23 francs par mètre courant, non compris manutentions à la surface, transport et outillage. Sa durée serait évidemment moindre. Certaines parties aujourd'hui bétonnées avec succès auraient dû être recarrées deux ou trois fois.

» Ces essais méritent donc de retenir l'attention, même au point de vue économique, lorsqu'il s'agit de voies de longue durée. Si même il fallait renforcer l'armature, le revêtement en béton aurait à la longue un avantage marqué sur le boisage.

» Le béton utilisé au siège Many est ainsi constitué :

Laitier granulé : 5 brouettes . . .	fr.	0.52
Sable quartzeux : 1 » . . .	»	0.24
Ciment de laitier (200 k.) 2 brouettes	»	4.00
		» 4.76

» Le mélange est trituré durant une demi-heure au broyeur à mortier à meule avec addition de 90 à 100 litres d'eau.

» On obtient ainsi 0<sup>m</sup>3465, ce qui donne pour prix de revient du mètre cube en béton fr. 10-03. Mis en place et pilonné, le béton se contracte de 20 %.

» Des essais de résistance, dont le programme détaillé ne m'est pas connu, ont été effectués sur des briques de 7 centimètres d'épaisseur et de 24 × 12 centimètres de section. Elles ont accusé une résistance de 186 à 210 kilogs par centimètre carré.